Nouveaux programmes

COCCINELLE

Sciences de la vie et de la terre

3ème Année secondaire

Section : Sciences Expérimentales

L'essentiel des connaissances

Exercices et corrigés

TOME II

Asma Abbes SMAOUI - Inspectrice

Hela Kammoun GUERMAZI - Professeure principale

Samiha Guermazi SAHNOUN - Professeure principale

COLLECTION
COCCINELLE

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

TOME II

3ème Année Secondaire
Section : Sciences Expérimentales

Asma ABBES SMAOUI
Inspectrice

Hela KAMMOUN GUERMAZI
Professeur principal

Samiha SAHNOUN GUERMAZI
Professeur principal Hors classe

MED ALI EDITIONS

Collection : Coccinelle

Titre : Sciences de la vie et de la Terre- 3ème Année Secondaire - Tome II

Section : Sciences expérimentales

Auteurs : Asma ABBES SMAOUI - Samiha SAHNOUN GUERMAZI

Hela KAMMOUN GUERMAZI

3ème Editions 2010

© Tous Droits réservés

CAEU Med Ali ©

Rue Med Chaabouni Sfax 3027

Tel: +216/74407440 /Fax: +216/74407441

Email: edition.medali@tunet.tn

Site Web: www.edition-medali.com

N°Editeur : 302-198/08

ISBN : 978-9973-33-200-4

ISSN :1737/6181

يمنع منعا باتا إعادة طبع هذا الكتاب أو نسخه جزئـــيا أو كليا بأية وسيلة كانت إلاّ بإذن كتابي من المالك وكلّ من خالف ذلك يعرض نفسه إلى العقوبات حسب القانون التونسي عدد 36 لسنة 1994 وغيره من القوانين المحلية والعالمية في المجال

PRÉFACE

Cet ouvrage : Tome 2 de Coccinelle 3 est conforme aux nouveaux programmes de 3ème Sciences expérimentales. Il est en adéquation avec la 2ème partie du programme (l'information génétique) et la 3ème partie (dynamique du globe terrestre et évolution).

Son contenu est subdivisé en chapitres, chaque chapitre comporte trois parties : **l'essentiel des connaissances**, des **exercices d'évaluation** et des **corrigés**.

- L'essentiel des connaissances : un texte clair et structuré qui rassemble les points importants du cours.
- Les exercices d'évaluation qui sont hiérarchisés du plus simple eu plus complexe. Ils permettent de **vérifier** le degré d'acquisition des apprentissages, de **consolider** les acquis et de **tester** les différentes capacités des apprenants : la restitution organisée des connaissances, la compréhension, l'analyse et la synthèse.
- Les corrigés sont élaborés de façon détaillée. Ils permettent aux utilisateurs de vérifier les réponses aux questions proposées.

Les auteurs souhaitent que cet ouvrage :

- réponde aux attentes des apprenants.
- contribue à développer et améliorer leurs capacités.
- fournisse des informations qui consolident leurs acquis.
- les aide à préparer leurs examens.

Les auteurs

L'information génétique

L'ESSENTIEL DES CONNAISSANCES :

Notion de caractères héréditaires

Les caractères héréditaires sont ceux qui sont transmis des parents aux descendants et ils sont de trois types :

Le phénotype est l'expression apparente d'un caractère héréditaire.

Un caractère héréditaire peut se manifester chez les individus par deux ou plusieurs phénotypes.

NB : Le phénotype se définit généralement à 3 niveaux : à l'échelle de l'organisme (phénotype macroscopique), à l'échelle cellulaire et à l'échelle moléculaire.

Notion d'information génétique

L'ADN, support moléculaire de l'information génétique :

L'ADN, ou acide désoxyribonucléique, est la molécule essentielle des chromosomes.

Chez les bactéries, cellules procaryotes, le programme génétique est porté par un chromosome unique formé d'une longue molécule d'ADN libre dans le cytoplasme.

Chez les eucaryotes, le programme génétique est porté par un ensemble de chromosomes enfermés dans le noyau. Chaque chromosome est formé d'une longue molécule d'ADN enroulée sur des protéines appelées histones ; sa structure change au cours d'un cycle cellulaire (cycle chromosomique).

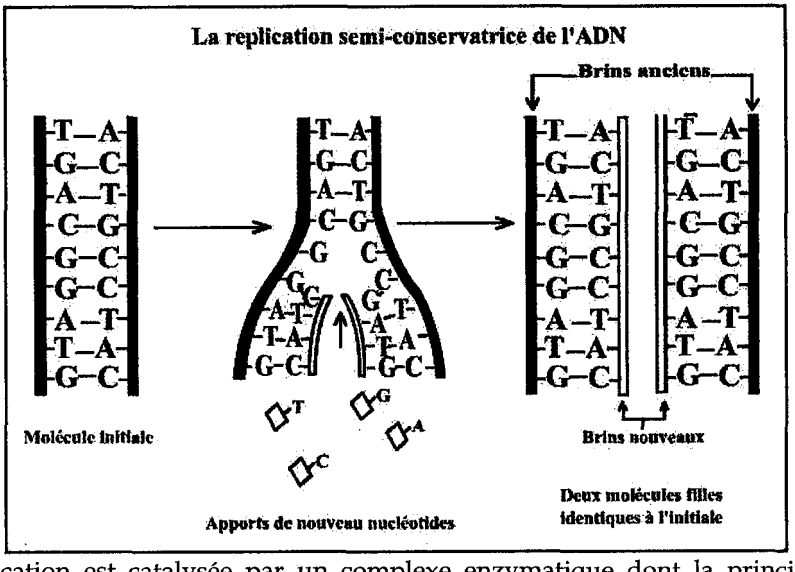
L'ADN est un polynucléotide c'est à dire un polymère de nucléotides. Un nucléotide est constitué d'un groupement phosphate (H_3PO_4) noté (P), d'un sucre en C_5, le désoxyribose noté (D) et d'une base azotée parmi 4 : adénine (A), cytosine (C), guanine (G) et thymine (T). Il y a donc 4 nucléotides, selon la nature de la base azotée.

La molécule d'ADN est formée de deux chaînes polynucléotidiques ou deux brins associés par des liaisons transversales de faible énergie appelées liaison hydrogènes qui s'établissent entre 2 bases complémentaires (A avec T) et (C avec G).

Conservation de l'information génétique au cours de la réplication de l'ADN :

Pour que l'information génétique soit transmise d'une génération cellulaire à la suivante, il faut que l'ADN se réplique d'une manière permettant la conservation de la séquence de chaque brin.

La réplication de l'ADN s'effectue toujours avant la division cellulaire elle se fait selon le modèle semi conservatif :



La réplication est catalysée par un complexe enzymatique dont la principale est l'ADN polymérase.

La réplication semi conservative est à l'origine de la conservation de l'information génétique dans les cellules filles.

Notion de gène et de génotype :

L'information génétique qui détermine les divers caractères héréditaires d'un être vivant est représentée par l'ordre des bases azotées ou séquence de bases le long de la molécule d'ADN. Il s'agit d'un langage codé en séquence de bases.

- *Un gène* est un segment d'ADN caractérisé par sa séquence : il s'agit d'une information codée responsable de la réalisation d'un caractère héréditaire.

Chaque gène occupe un emplacement constant, ou locus, sur un chromosome.

- Un gène existe au sein d'une espèce sous deux ou plusieurs versions appelées *allèles*.

A l'échelle moléculaire, les allèles d'un même gène diffèrent légèrement les uns des autres par la séquence des bases.

La combinaison des allèles d'un individu constitue son *génotype*.

Le *génome* d'un individu (ou d'une espèce) est l'ensemble de ses gènes.

Exercices

EXERCICE 1

Définissez les mots ou expressions suivants :

Information génétique, ADN, gène, allèle, locus, génotype, phénotype.

EXERCICE 2

Repérez pour chaque item la (ou les) affirmation (s) correcte(s)

1) Le phénotype est :

a- la combinaison des allèles de chaque gène

b- l'expression du génotype

c- l'ensemble des caractères apparents d'un individu

d- déterminé par une information génétique

2) Un gène est :

a- présent dans une population sous forme d'un seul allèle

b- un segment d'ADN codant pour un caractère

c- une protéine déterminant l'acquisition d'un caractère

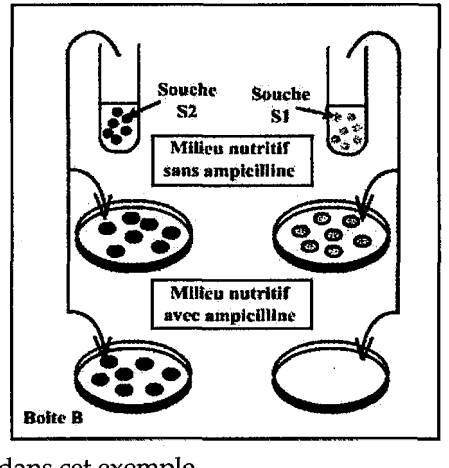
d- une unité d'information génétique qui occupe un locus bien déterminé sur le chromosome

EXERCICE 3

Le colibacille (bactérie E.Coli) est une espèce bactérienne comportant plusieurs souches qui se comportent de façon différente vis-à-vis d'un antibiotique l'ampicilline. On connaît :

- des souches **S1 « sensibles à l'ampicilline ».** Les bactéries de ces souches ne se développent pas ou sont tuées en présence de cet antibiotique.
- des souches **S2** « **résistantes à l'ampicilline** » peuvent se développer en présence de l'ampicilline.

L'expérience schématisée ci-contre permet de distinguer ces deux types de souches.



1) Nommez le caractère héréditaire considéré dans cet exemple

2) Précisez les phénotypes de ce caractère.

3) Analysez les résultats obtenus

4) Proposez une expérience permettant de montrer que le caractère « résistance à l'ampicilline » est héréditaire.

Expression de l'information génétique

L'ESSENTIEL DES CONNAISSANCES :

Le passage de l'ADN à la protéine se déroule en deux étapes : la transcription et la traduction.

La transcription :

Elle correspond à la synthèse, à partir d'un seul brin d'ADN (brin codant), en présence d'ARN polymérase, d'un ARN messager (ARNm) complémentaire. L'ARNm constitue une copie de l'information génétique.

* **L'ARN** ou acide ribonucléique est un polymère de 4 types de ribonucléotides ayant une structure monocaténaire.

Un ribonucléotide est une molécule formée d'un acide phosphorique, noté (P), un sucre en C_5 , le ribose noté (R) et une base azotée qui peut être l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) ou l'uracile (U).

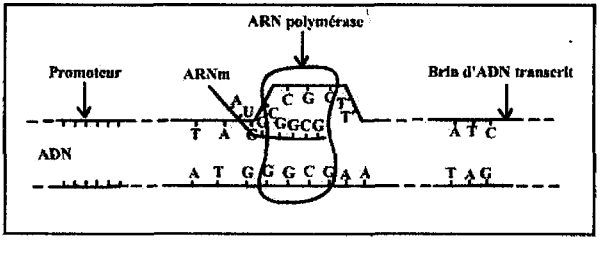
* **Mécanisme de la transcription**

La transcription se fait en trois étapes :

- *Le début de la transcription :* Une enzyme, l'ARN polymérase, reconnaît sur l'ADN une séquence particulière appelée promoteur situé en amont du gène. Cette enzyme vient se fixer sur le promoteur et assure à ce niveau la rupture des liaisons hydrogène qui unissent les deux brins de l'ADN.

- *La transcription proprement dite :* Un seul brin d'ADN est transcrit, c'est le brin transcrit. Les ribonucléotides libres dans le noyau viennent se positionner en face des bases du brin à transcrire qui sert de modèle ou matrice, chaque base de l'ARNm se placera en face de la base qui lui est complémentaire sur le brin d'ADN : l'Adénine en face de la thymine, la Cytosine en face de la Guanine, l'Uracile en face de l'Adénine et la Guanine en face de la Cytosine. L'ARN polymérase en progressant sur la chaîne d'ADN, permet l'assemblage des ribonucléotides dans un même sens.

- *La fin de la transcription :* Il existe sur le brin transcrit des séquences particulières qui indiquent la fin de la transcription. Arrivée à ce niveau, l'ARN polymérase se détache, l'ARNm synthétisé est libéré, et les deux brins d'ADN se réassocient.



NB : la transcription se fait au contact de l'ADN chromosomique soit dans le noyau de la cellule eucaryote soit dans le cytoplasme de la cellule procaryote.

De l'ARNm à la protéine : la traduction

La transcription consiste à recopier le langage de l'ADN du gène en langage d'ARNm. Les deux langages étant similaires, constitués d'une séquence de bases.

Au contraire, lors du passage de l'ARNm à la protéine, l'information génétique est traduite dans un autre langage constitué par une séquence d'acides aminés

Le passage de l'ARNm à la protéine nécessite un système de correspondance entre la séquence des ribonucléoties de l'ARNm et la séquence en acides aminés dans la protéine. Ce système de correspondance est appelé code génétique.

*** Le code génétique :**

L'unité du code génétique est un triplet de bases de l'ARNm ou codon. Il existe 61 codons, parmi 64 possibles, qui dirigent la fixation des 20 acides aminés sur la chaîne polypeptidique en voie de formation.

1re lettre	2e lettre				3e lettre
	U	C	A	G	
U	UUU, UUC — Phénylalanine (Phe) UUA, UUG — Leucine (Leu)	UCU, UCC, UCA, UCG — Sérine (Ser)	UAU, UAC — Tyrosine (Tyr) UAA — STOP UAG — STOP	UGU, UGC — Cystéine (Cys) UGA — STOP UGG — tryptophane (Trp)	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG — Leucine (Leu)	CCU, CCC, CCA, CCG — Proline (Pro)	CAU, CAC — Histidine (His) CAA, CAG — Glutamine (Glu)	CGU, CGC, CGA, CGG — Arginine (Arg)	U C A G
A	AUU, AUC, AUA — Isoleucine (Ile) AUG — méthionine	ACU, ACC, ACA, ACG — Thréonine (Thr)	AAU, AAC — Asparagine (Asn) AAA, AAG — Lysine (Lys)	AGU, AGC — Sérine (Ser) AGA, AGG — Arginine (Arg)	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG — Valine (Val)	GCU, GCC, GCA, GCG — Alanine (Ala)	GAU, GAC — acide aspartique (Asp) GAA, GAG — acide glutamique (Glu)	GGU, GGC, GGA, GGG — Glycine (Gly)	U C A G

Le code génétique

Les propriétés du code génétique sont :

- il est universel
- il est dégénéré ou redondant : plusieurs codons de l'ARNm définissent le même acide aminé
- il est non chevauchant : la lecture de l'ARNm se fait triplet par triplet séparément
- 3 codons UAA, UAG, UGA ne définissent aucun acide aminé : ce sont des codons non sens ou codon stop qui indiquent l'arrêt de la synthèse peptidique.

*** Les acteurs de la traduction :**

La traduction se déroule dans le cytoplasme. Elle nécessite, en plus de l'ARNm, des acteurs cellulaires et moléculaires qui sont :

- *Les ribosomes :* petits organites cytoplasmiques (20nm de diamètre) formé chacun de deux sous unités, grande sous unité et petite sous unité. Les ribosomes représentent les ateliers d'assemblage des acides aminés.
- *L'ARN de transfert ou ARNt :* petite molécule d'ARN, repliée en feuille de trèfle. Il présente un site de fixation spécifique à un acide aminé et un anticodon, triplet de bases complémentaire au codon de l'ARNm correspondant à l'acide aminé qu'il porte. Un ARNt joue le rôle d'adaptateur, il adapte l'acide aminé qu'il porte au codon de l'ARNm qui lui correspond grâce à la complémentarité codon – anticodon.
- *Les enzymes.*
- *L'ATP*
- *Les acides aminés.*

* **Le mécanisme de la traduction :** la biosynthèse de la chaîne polypeptidique comporte 3 étapes : l'initiation, l'élongation et la terminaison.

L'initiation : elle consiste à mettre en place des différents acteurs de la synthèse au niveau du codon initiateur AUG de l'ARNm :
- fixation de la petite sous unité ribosomale et de l'ARNt-méthionine selon la complémentarité codon- anticodon.
- fixation de la grande sous unité ribosomale de telle sorte que l'ARNt-méthionine occupe le site P du ribosome alors que le site A, libre, se trouve en face du 2ème codon de l'ARNm

L'élongation :
- Un ARNt chargé du 2ème acide aminé, se positionne au niveau du site A, libre, selon la complémentarité codon–anticodon

Il s'établit une liaison peptidique entre le 1er et le 2ème acide aminé

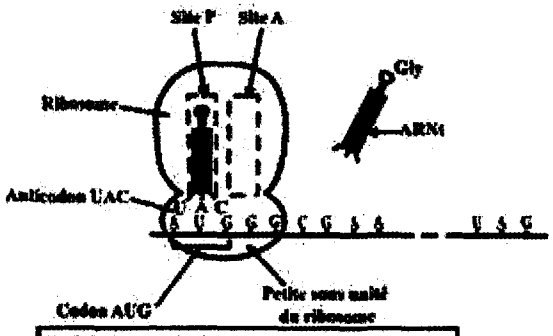
L'ARNt fixé au site P est libéré dans le cytoplasme

Le ribosome se déplace d'un codon le long de l'ARNm : c'est la translocation, ce qui permet à un ARNt chargé d'un nouvel acide aminé de se fixer dans le site A libre.

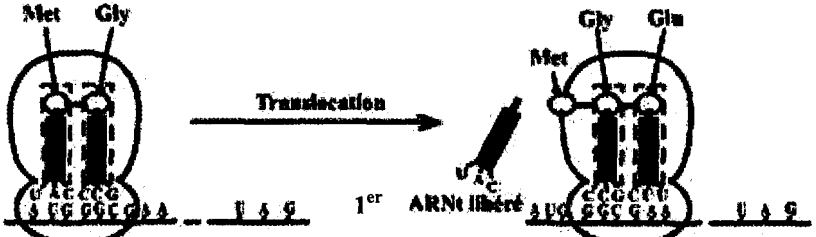
La translocation se poursuit codon par codon de telle sorte que le site P contient un ARNt chargé d'un peptide en cours d'élongation et que la site A reçoit un ARNt chargé d'un nouvel acide aminé

La terminaison :

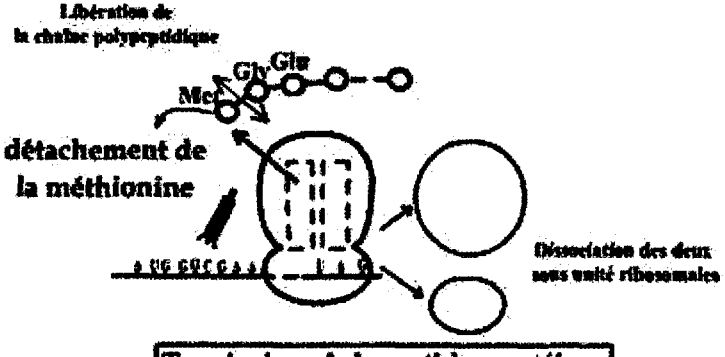
La traduction s'arrête quand l'un des trois codons non sens survient au niveau du site A. IL s'effectue :
- une dissociation des acteurs de la synthèse,
- une libération de la chaîne polypeptidique synthétisée,
- un détachement de l'acide aminé initiateur méthionine.



Initiation de la synthèse protéique



Elongation de la chaine peptidique



Terminaison de la synthèse protéique

Le génie génétique

L'ESSENTIEL DES CONNAISSANCES

Le génie génétique est un ensemble de techniques permettant ***d'isoler un gène de structure*** à partir d'un organisme, de ***transférer ce gène*** dans un organisme d'espèce différente et ***d'orienter*** ce dernier vers une production massive de la protéine correspondante.

Le génie génétique permet ainsi de produire des *organismes génétiquement modifiés (OGM)* ou *transgéniques,* en particulier des bactéries capables de synthétiser diverses substances protéiques (hormones, vaccins, protéines aromatiques,...) ainsi que des animaux et des végétaux plus productifs.

Les outils du génie génétique :

* *une bactérie* : *Eschérichia Coli*

- utilisée comme cellule hôte dans laquelle on transfère le gène; elle est choisie pour sa capacité de multiplication, sa culture facile et l'expression rapide de l'information génétique.
- utilisée comme source de plasmides

* *des plasmides* : molécules circulaires d'ADN se trouvant dans le cytoplasme des bactéries.

Le plasmide joue le rôle de vecteur dans lequel on peut insérer un gène étranger et qui a la capacité d'entrer facilement dans une cellule hôte

* *des enzymes* :

- enzyme de restriction : enzyme d'origine bactérienne qui permet de couper l'ADN au niveau de certaines séquences bien définies
- ligase : enzyme qui active l'établissement de liaison entre 2 molécules d'ADN
- transcriptase reverse : enzyme d'origine virale qui permet l'obtention d'un brin d'ADN à partir d'un brin d'ARNm

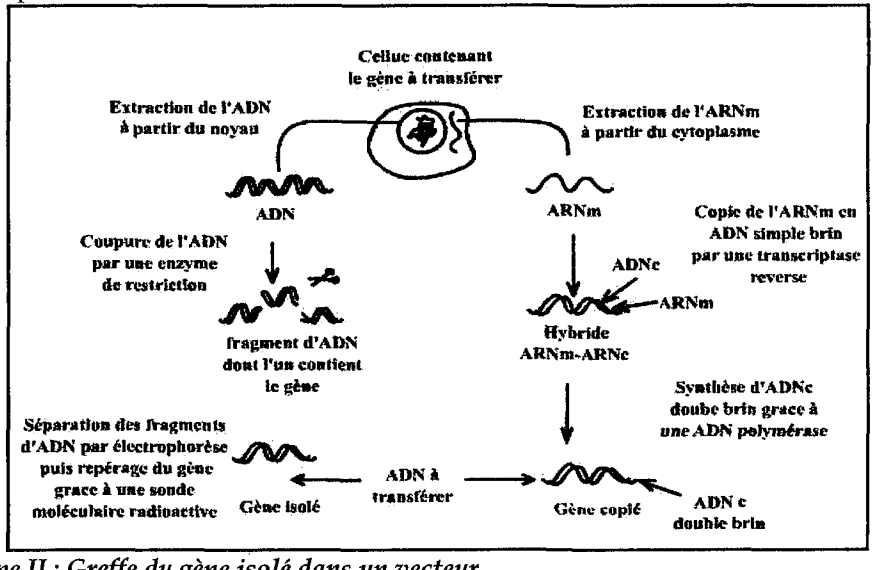
* *une sonde moléculaire :*

courte séquence de nucléotides (ADN ou ARN) radioactive capable de s'hybrider de façon stable avec les séquences d'ADN qui lui sont complémentaires.

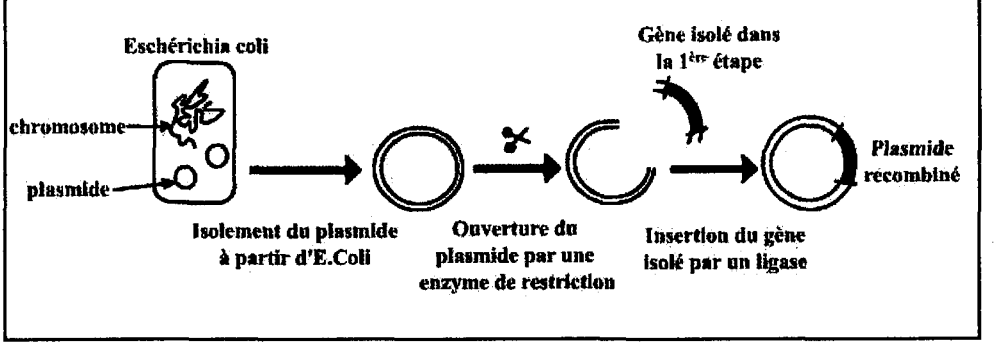
Les étapes du génie génétique :

Etape I : Isolement du gène

Consiste à obtenir le gène à transférer sous forme pure et ceci peut se faire à partir de l'ADN chromosomique de la « cellule donneuse de gène » ou à partir de l'ARNm correspondant



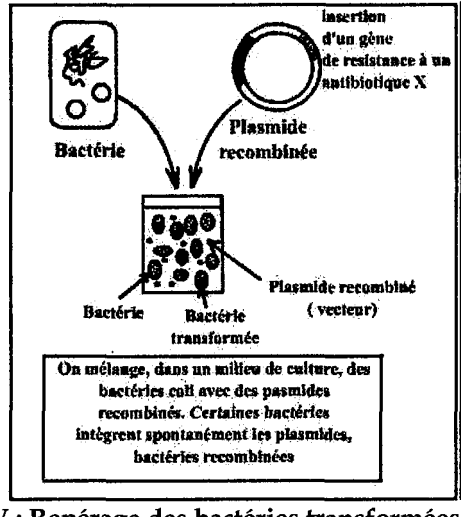
Etape II : Greffe du gène isolé dans un vecteur

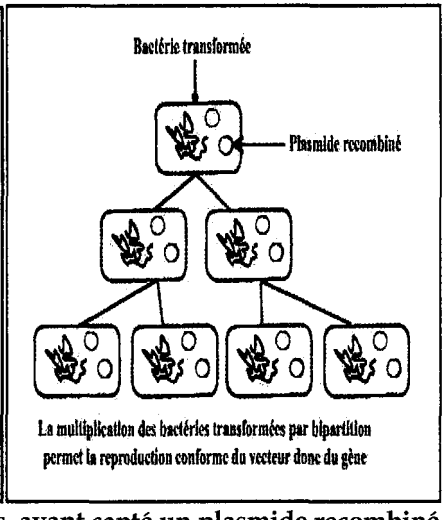


NB : - il est important que le gène greffé soit accompagné des signaux de début et de fin de transcription appelées séquences régulatrices

- la réalisation des étapes suivantes nécessite d'insérer aussi sur le plasmide un gène qui permettra, aux bactéries qui captent ce vecteur, de résister à un antibiotique (la streptomycine par exemple)

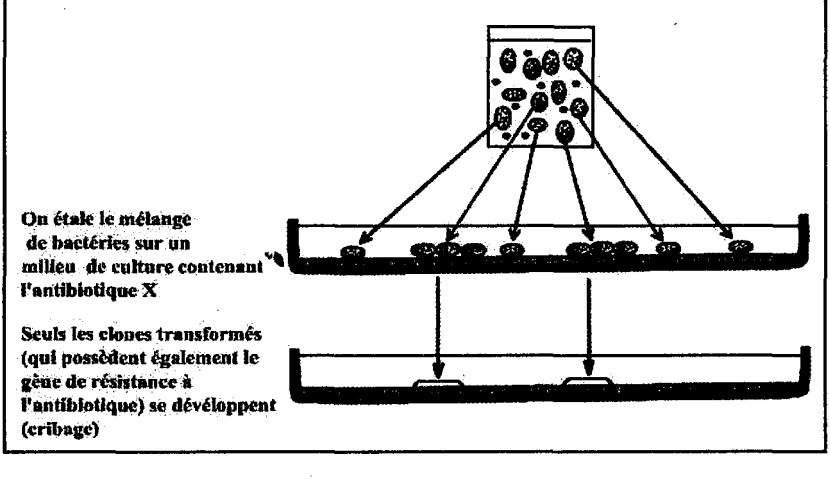
Etape III : Introduction du plasmide recombiné dans une cellule hôte et clonage du gène





EtapeIV : Repérage des bactéries transformées, ayant capté un plasmide recombiné

Elle se fait par la méthode dite « du criblage des transformants »



EtapeV : Expression du gène dans les bactéries transformées

Les bactéries transformées sont placées dans des fermenteurs où règnent des conditions optimales pour leur multiplication ; la présence dans ces bactéries du gène greffé accompagné des *séquences régulatrices* leur permet la transcription du gène en ARNm puis la traduction de celui-ci en protéine.

EtapeVI : Extraction de la protéine synthétisée

Pour récolter les molécules protéiques fabriquées, on soumet les bactéries cultivées à un choc osmotique ou bien on réalise leur destruction (lyse cellulaire).

Quelques applications du génie génétique

Stades de la recherche / produits	gène isolé (laboratoire de recherche)	Essais cliniques	Commercialisation (Production industrielle)
Insuline (traitement du diabète)	+	+	+
hormone de croissance (traitement du nanisme)	+	+	+
interféron (traitements antiviraux et anticancéreux)	+	+	+ pour certains interférons
facteur permettant la coagulation (lutte contre l'hémophilie)	+		
vaccin contre l'hépatite B	+	+	+
facteur de cicatrisation des tissus	+	+	

Exercices :

EXERCICE 1

Définissez les mots ou expressions suivants :

ARN, ARNm, ARNt, transcription, traduction, translocation, ARN polymérase, code génétique, codon, anticodon, génie génétique, plasmide, sonde moléculaire, enzyme de restriction, ligase, transcriptase reverse.

EXERCICE 2

Repérez pour chaque item, la (ou les) affirmation (s) correcte (s)

1) **Le codon désigne une séquence de trois nucléotides :**
   - a- du brin transcrit de l'ADN
   - b- de l'ARN ribosomal
   - c- de l'ARN de transfert
   - d- de l'ARN messager
2) **L'anticodon désigne une séquence de trois nucléotides :**
   - a- du brin transcrit de l'ADN
   - b- de l'ARN ribosomal
   - c- de l'ARN de transfert
   - d- de l'ARN messager
3) **Un polypeptide est constitué de 21 acides aminés, le nombre de nucléotides formant l'ARNm à l'origine de sa traduction est :**
   - a- 21
   - b- 63
   - c- 69
   - d- 64
4) **Le code génétique a les propriétés suivantes :**
   - a- il est universel
   - b- il est particulier aux eucaryotes
   - c- il est chevauchant
   - d- il est redondant.

EXERCICE 3

Pour mettre en évidence les étapes de l'expression de l'information génétique et préciser leur localisation dans la cellule eucaryote, on fait les expériences figurant dans le tableau suivant :

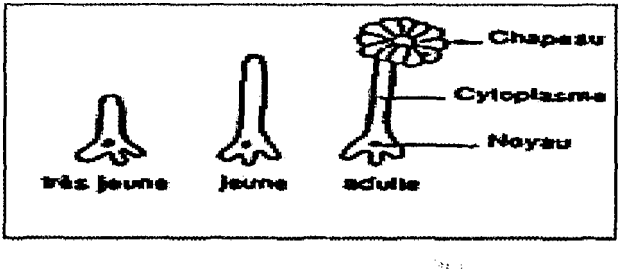
	Expériences	Résultats
1	Des cellules animales sont cultivées dans un milieu contenant des acides aminés marqués au tritium (^3H)	La radioactivité se retrouve au niveau des protéines cytoplasmiques.
2	Des amibes A sont placées dans un milieu de culture contenant l'uracile radioactif. (L'uracile étant un précurseur de l'ARN)	Au bout de 2h, le noyau des amibes A devient radioactif
3	Des noyaux radioactifs d'amibes A (contenant l'Uracile radioactif) sont greffés à des amibes B énucléées non radioactives.	- La radioactivité se manifeste dans le cytoplasme. - Son arrivée dans le cytoplasme y déclenche la reprise des synthèses protéiques.
4	Des molécules d'ARN sont isolées à partir du cytoplasme d'érythrocytes humains (jeunes hématies nucléées) et sont injectées dans un œuf énucléé d'amphibien	L'œuf d'amphibien se met aussitôt à synthétiser les chaînes peptidiques de l'hémoglobine humaine

1) Analysez les résultats expérimentaux et faites en des déductions.

2) Sachant que l'information génétique de la cellule eucaryote se trouve dans le noyau portée par l'ADN, dégagez les étapes essentielles de l'expression de l'information génétique.

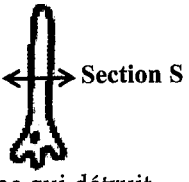
EXERCICE 4

L'acétabulaire est une algue unicellulaire géante dont le développement est présenté par le document suivant:



A maturité, l'acétabulaire est formée d'une partie basale nucléée, d'une tige et d'un chapeau. L'analyse du chapeau montre qu'il est essentiellement formé de molécules protidiques.

On réalise les expériences suivantes :



Expérience 1 : la tige d'une acétabulaire jeune est sectionnée en S

Résultat :

- au début, chaque fragment régénère un chapeau
- ensuite le fragment anucléé meurt.

Expérience 2 : On traite une jeune algue par la ribonucléase, enzyme qui détruit l'ARN ; La tige est ensuite sectionnée.

Résultat : seul le fragment nucléé régénère un chapeau.

Expérience 3 : On traite une jeune algue par l'actinomycine qui se combine à l'ADN et le rend inactif ; La tige est ensuite sectionnée.

Résultat : le fragment nucléé ne régénère pas de chapeau.

Montrez, en vous servant de ces seuls résultats expérimentaux, comment le noyau intervient dans la régénération de l'algue, c'est-à-dire dans la synthèse des protides cellulaires.

EXERCICE 5

Soit la séquence de nucléotides du début d'un gène représentée ci-dessous :

Sens de lecture →

TAC - GAC -CAC - CTC - TCC - ACG - GAC ... *brin d'ADN transcrit*

1) Retrouvez, tout en le justifiant, la séquence de la molécule polypeptidique résultant de l'expression de cette portion du gène. On donne le code génétique :

	U	C	A	G	
U	UUU phénylalanine (Phé) UUC UUA leucine (Leu) UUG	UCU serine (Ser) UCC UCA UCG	UAU Tyrosine (Tyr) UAC UAA non-sens UAG	UGU cystéine (Cys) UGC UGA non-sens UGG tryptophane	U C A G
C	CUU leucine (Leu) CUC CUA CUG	CCU proline (Pro) CCC CCA CCG	CAU histidine (His) CAC CAA glutamine (Gln) CAG	CGU arginine (Arg) CGC CGA CGG	U C A G
A	AUU isoleucine (Ile) AUC AUA AUG méthionine (Met)	ACU thréonine (Thr) ACC ACA ACG	AAU asparagine (Asn) AAC AAA lysine (Lys) AAG	AGU serine (Ser) AGC AGA arginine AGG	U C A G
G	GUU valine (Val) GUC GUA GUG	GCU alanine (Ala) GCC GCA GCG	GAU a. aspartique (Asp) GAC GAA a. glutamique (Glu) GAG	GGU glycine (Gly) GGC GGA GGG	U C A G

2) « La modification de la séquence des acides aminés d'une protéine est due à une modification de la séquence des nucléotides de l'ADN correspondant. Cependant, le

changement de la séquence d'ADN d'un gène n'entraîne pas toujours la modification de la séquence d'acides aminés de la protéine correspondante »

a- Expliquez cette affirmation tout en précisant la propriété du code génétique mise en évidence.

b- Citez les autres propriétés du code génétique.

EXERCICE 6

On a extrait de l'hypothalamus une hormone protidique constituée de 3 acides aminés.

La séquence du tri peptide est : Glu - His - Pro

(Glu= acide glutamique - His = histidine – Pro = proline).

1) Combien de bases azotées doit comporter la molécule d'ARN messager pour ce tri peptide? Justifiez.

2) Ecrivez, en utilisant le tableau ci-dessous les séquences possibles pour l'ARNm.

Acide aminé	Triplet correspondant
His	**CAU**
Glu	**GAA**
Pro	**CCU**

3) En supposant que le dernier codon de l'ARNm est UAG, écrivez la séquence du gène codant pour ce peptide.

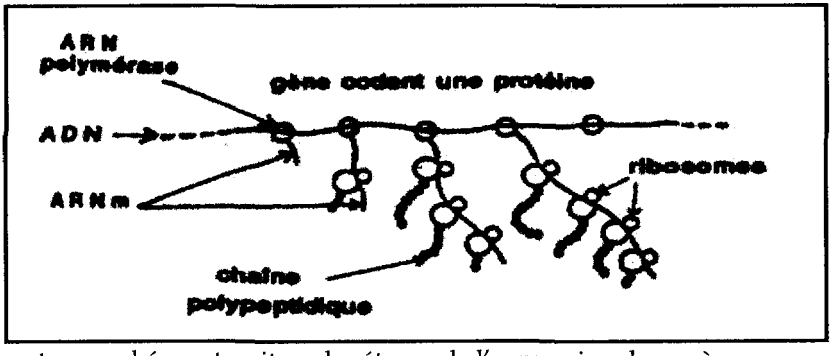
EXERCICE 7

I/ Parlant de la synthèse des protéines dans la cellule eucaryote dans un ouvrage intitulé « les artisans de l'hérédité », un auteur a écrit :

« la synthèse protéique s'effectue non pas directement à partir du manuel d'instruction, mais à distance et à partir d'une photocopie de l'instruction concernée »...

Qu'entend l'auteur par les termes : manuel d'instruction et photocopie de l'instruction? Justifiez.

II/ Chez les bactéries, qui ne possèdent pas de noyau individualisé mais un chromosome baignant directement dans le cytoplasme, les étapes de l'expression du gène sont simultanées et se déroulent dans le cytoplasme en contact de l'ADN comme le montre le schéma suivant :

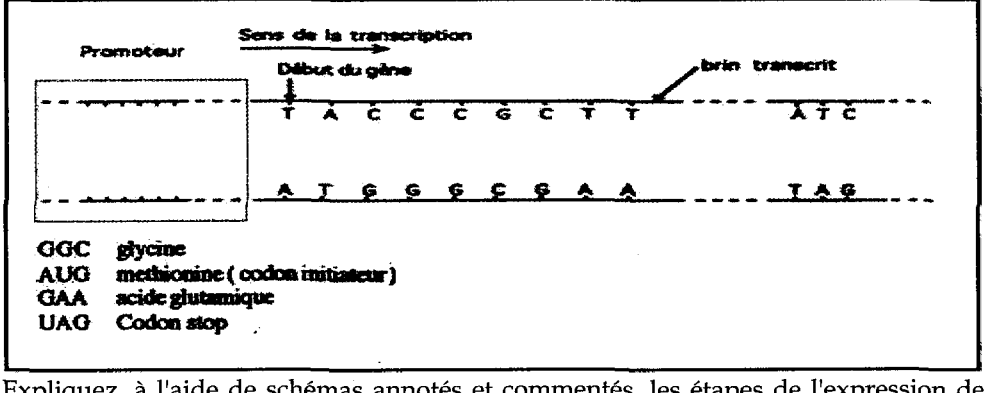


Commentez ce schéma et y situez les étapes de l'expression de ce gène.

EXERCICE 8

Le phénotype est l'expression d'une information génétique localisée au niveau de l'ADN.

L'information génétique présentée par le document suivant gouverne la synthèse d'un polypeptide responsable d'un phénotype donné.



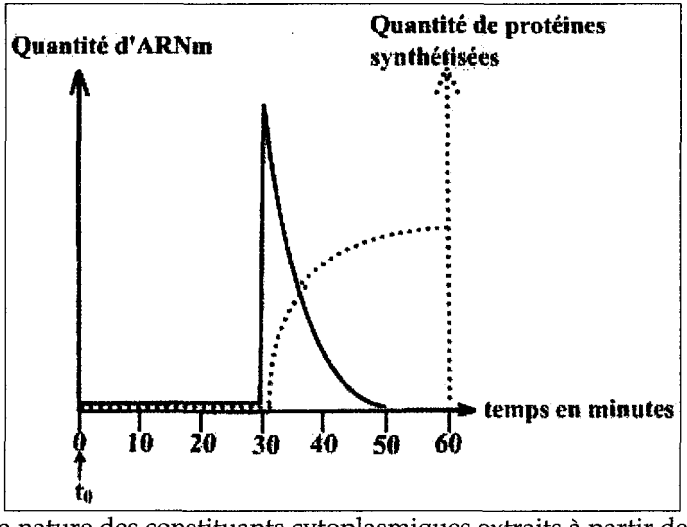
Expliquez, à l'aide de schémas annotés et commentés, les étapes de l'expression de cette information génétique dans la cellule eucaryote. Utilisez pour cela le code génétique figurant dans ce document

EXERCICE 9

À des constituants cytoplasmiques extraits à partir de colibacilles, on ajoute :

- des acides aminés à t = 0 minute (t_0)
- de l'ARN messager à t = 30 minutes

On mesure la quantité de protéines synthétisées et la quantité d'ARNm présente dans le milieu ; les résultats sont figurés sur le graphe suivant :



1) Précisez la nature des constituants cytoplasmiques extraits à partir des bactéries.

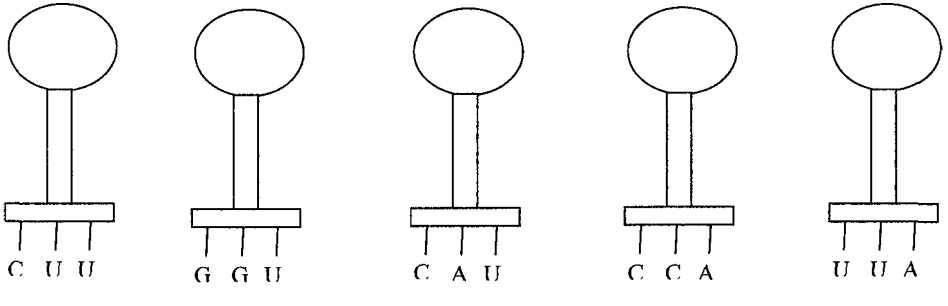
2) a- étudiez l'évolution parallèle de la quantité de protéine synthétisée et de celle de l'ARNm. Que peut-on en déduire ?

b- dégagez les caractères de l'ARNm que cette expérience met en évidence.

EXERCICE 10

Une partie de la molécule de caséine de vache est formée par la séquence ordonnée des acides aminés suivants : -Glu - Asn - Pro - Val - Gly -

Les ARNt intervenant dans la synthèse de cette séquence sont :



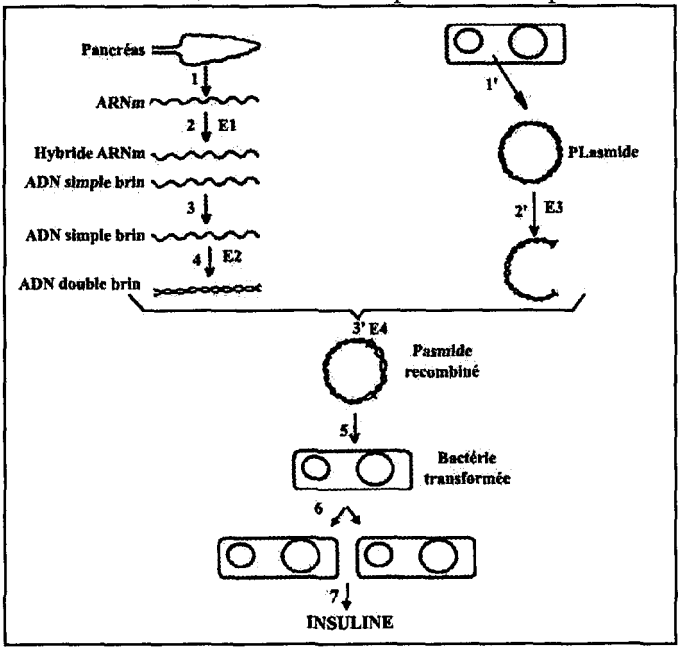
1) Ecrivez sur chaque ARNt le nom de l'acide aminé correspondant. Expliquez la démarche.

2) Ecrivez le brin transcrit d'ADN pour cette partie de la molécule en précisant la méthode suivie.

3) Formez la portion du gène correspondant.

EXERCICE 11

On a réussi à insérer le gène humain codant pour l'insuline au sein d'un plasmide du colibacille. Ainsi modifié, le colibacille fabrique de l'insuline humaine. Les schémas du document suivant, illustrent les étapes de cette opération.



1) Définissez « plasmide »

2) Résumez les étapes numérotées de 1 à 7 et de 1', 2' tout en identifiant les enzymes. E_1 E_2, E_3 et E_4.

3) Quelle opération est nécessaire pour permettre au Colibacille l'expression du gène greffé ?

EXERCICE 12

Aujourd'hui, l'une des applications du génie génétique consiste à exploiter les microorganismes dans la synthèse de substances utiles à l'homme telle que l'insuline.

1) En partant de l'ARNm, indiquez les étapes permettant la production de l'insuline par génie génétique en utilisant les mots clés suivants :

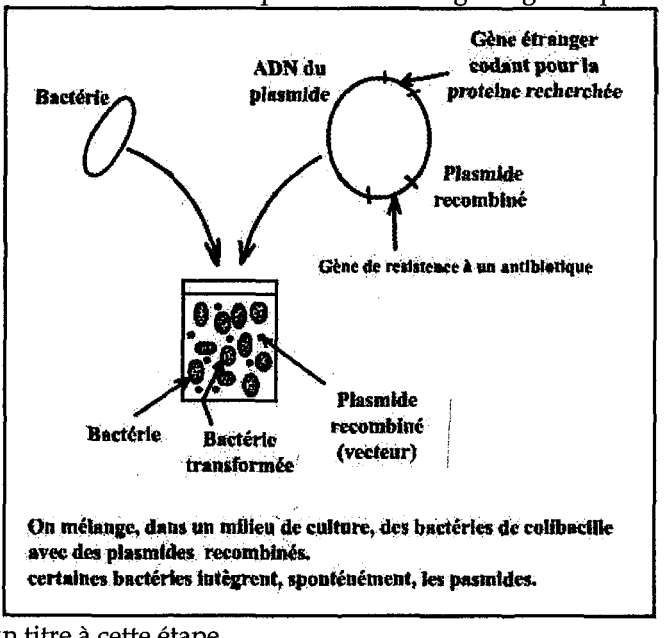
Signal promoteur, signal de fin de transcription, cellule pancréatique, ARNm, transcriptase reverse, ADNc, plasmide, enzyme de restriction, ligase.

2) Illustrez les différentes étapes de cette synthèse par un schéma d'ensemble.

Bac sciences expérimentales jun 2002

EXERCICE 13

Le document suivant illustre une étape essentielle en génie génétique.



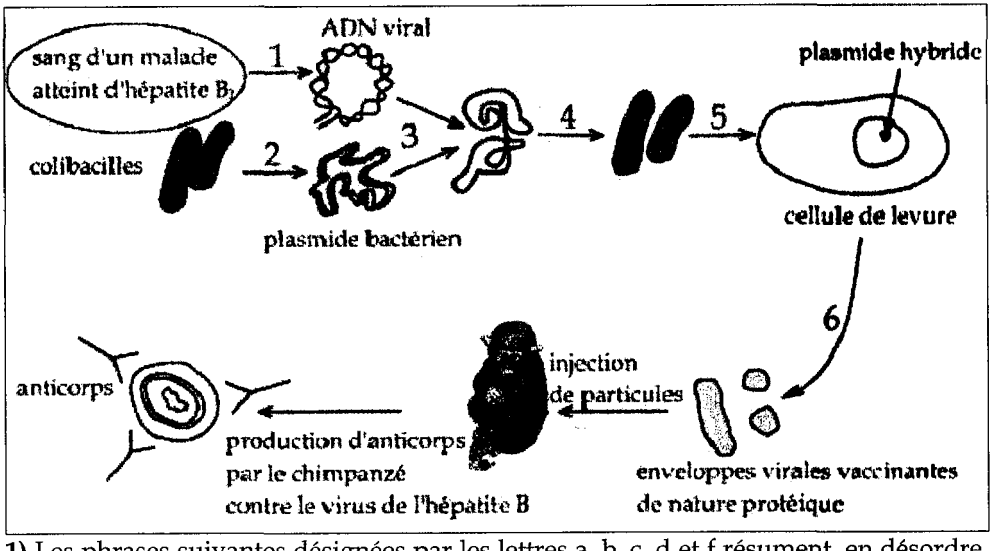
1) a- Donnez un titre à cette étape

b- Nommez les outils utilisés.

2) Expliquez comment pourra t-on trier les bactéries transformées ?

EXERCICE 14

L'hépatite B est une maladie virale qui atteint plusieurs milliers de personnes dans le monde. On sait isoler à partir du sang des malades des fragments viraux de nature protéique qui ont un pouvoir vaccinant, mais leur utilisation pose un problème de pureté et de qualité. On a donc pensé à fabriquer le vaccin contre l'hépatite B selon le protocole suivant :



1) Les phrases suivantes désignées par les lettres a, b, c, d et f résument, en désordre, les étapes numérotés de 1 à 6 de ce protocole : Faites correspondre à chaque étape la lettre correspondante.

a. transfert du vecteur dans des colibacilles et clonage des bactéries pour multiplier le plasmide recombiné.

b. insertion de l'ADN viral dans le plasmide pour obtenir un plasmide recombiné contenant le gène viral

c. intégration du plasmide recombiné dans le noyau d'une cellule eucaryote de levure

d. extraction de plasmides à partir de *E. coli*

e. on isole de l'ADN viral à partir du sang d'un malade

f. expression du gène viral chez la levure pour obtenir des protéines virales vaccinantes.

2) Précisez le rôle du colibacille et celui de la levure.

3) En se basant sur ce document et vos connaissances dégagez la différence essentielle entre le protocole utilisé dans la fabrication de ce vaccin et celui utilisé dans la fabrication de l'insuline par génie génétique.

Origines de la diversité génétique

L'ESSENTIEL DES CONNAISSANCES :

Il existe une remarquable diversité au sein du monde vivant et au sein d'une espèce. Les individus d'une même espèce ont tous en commun les caractères spécifiques ; en revanche, ils présentent une diversité génétique importante. Cette diversité a deux origines :

- Les mutations : phénomènes qui se manifestent par l'apparition accidentelle de nouveaux phénotypes.
- La reproduction sexuée : qui assure le brassage des caractères des parents chez les descendants à travers les générations successives par le biais de la méiose et la fécondation.

Les mutations : sources de diversité

Au cours de la vie d'une cellule, des modifications accidentelles, peuvent affecter l'information génétique. Selon le niveau auquel intervient le changement dans le matériel génétique, on distingue les mutations géniques et les mutations chromosomiques.

La mutation génique :

C'est une modification ponctuelle de la séquence d'un gène qui se produit lors de la réplication de l'ADN. Elle consiste en une addition, une délétion (soustraction) d'une paire de nucléotides ou encore une substitution d'une paire de nucléotides par une autre. La mutation ponctuelle conduit souvent à la création d'une nouvelle version du gène appelé allèle dont l'expression conduit à un nouveau phénotype.

Les mutations successives qui affectent le même gène sont à l'origine de plusieurs allèles pour ce gène d'où la diversité génotypique et phénotypique des individus au sein de l'espèce.

La mutation chromosomique :

C'est une modification qui affecte le nombre de chromosomes ou la structure de l'un d'entre eux :

- la modification de la structure du chromosome peut se faire par inversion d'un fragment de chromosome autour du centromère ou par translocation (déplacement d'un fragment d'un chromosome à un autre) ou par augmentation du nombre de gènes par duplication.
- la modification du nombre peut résulter d'un remaniement chromosomique par fusion, comme elle peut résulter d'une multiplication du nombre de chromosomes par le phénomène de la polyploïdie

Les mutations chromosomiques résultent d'un comportement anormal des chromosomes lors de la formation des cellules sexuelles (au cours de la méiose)

Propriétés des mutations :

- La mutation est rare : Au niveau d'un gène, la probabilité pour qu'une mutation modifie le message est si faible que moins d'une copie sur un million risque de comporter une erreur (la fréquence est de l'ordre de 10^{-6}).

Toutefois, ce risque peut être considérablement augmenté par certains facteurs de l'environnement : rayons ionisants (les rayons ultraviolets, les rayons X, les rayonnements émis par les substances radioactives), substances chimiques (les colorants),... On appelle ces facteurs des agents mutagènes.

- La mutation peut être réversible : une première mutation peut inactiver un gène et une deuxième mutation peut l'activer de nouveau.
- Les mutations sont indépendantes : une mutation affecte un gène indépendamment des autres
- La mutation est héréditaire à l'échelle cellulaire car elle se transmet d'une cellule mère à chacune des deux cellules filles. Par conséquent :

* chez les organismes à reproduction asexuée comme les bactéries, elle est transmissible à travers les générations successives
* chez les organismes à reproduction sexuée, les mutations qui affectent les cellules somatiques ne sont pas transmissibles aux générations suivantes alors que celles qui affectent les cellules de la lignée germinale sont transmissibles des parents aux descendants.

Conséquences possibles des mutations :

Les conséquences d'une mutation génique sur la chaîne polypeptidique sont variables :

- La mutation est dite silencieuse, lorsqu'un codon est remplacé par un autre qui code pour le même acide aminé car le code génétique est redondant. Dans ce cas, la séquence de la chaîne polypeptidique reste inchangée.
- la mutation est dite neutre, si la substitution d'un codon par un autre entraîne le changement d'un acide aminé n'intervenant pas dans la fonction de la protéine.
- La mutation est dite faux sens, si la substitution d'un codon, entraîne le changement d'un seul acide aminé de la chaîne polypeptidique synthétisée. Cette modification a des conséquences plus ou moins importantes sur l'activité du polypeptide.
- La mutation est dite non sens, si un codon est remplacé par un codon stop, ce dernier entraîne l'arrêt de la synthèse de la chaîne polypeptidique. La molécule synthétisée est alors plus courte et, le plus souvent, elle n'est pas fonctionnelle.
- La mutation est décalante : les mutations par insertion ou délétion entraîne le plus souvent un décalage du cadre de lecture de l'ARNm par les ribosomes et l'apparition prématurée d'un codon stop. La chaîne polypeptidique synthétisée est généralement non fonctionnelle.

NB : la mutation peut être létale, avantageuse ou désavantageuse.

La reproduction sexuée : source de diversité

Les descendants issus d'une reproduction sexuée sont différents entre eux et différents de leurs parents : la reproduction sexuée est source de diversité. Cette diversité s'explique par le brassage de l'information génétique qui a lieu au cours des phénomènes de cette reproduction : méiose et fécondation.

- La méiose, mécanisme essentiel de formation des gamètes, assure le passage de la diploïdie à l'haploïdie (2n ⟶ n) ainsi que le brassage chromosomique.
- La fécondation assure le rétablissement de la diploïdie (n ⟶ 2n) tout en amplifiant le brassage chromosomique de la méiose

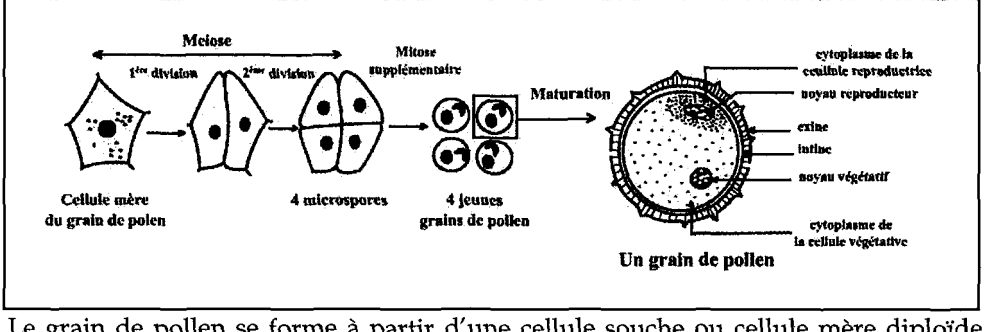
L'étude de la reproduction sexuée chez les plantes à fleurs ou Angiospermes permet d'illustrer ces propos.

Dans la fleur qui constitue l'appareil reproducteur, se trouvent les pièces reproductrices mâles ou étamines et la pièce reproductrice femelle ou pistil.

Dans l'anthère de l'étamine se forment les grains de pollen à l'origine des gamètes mâles.

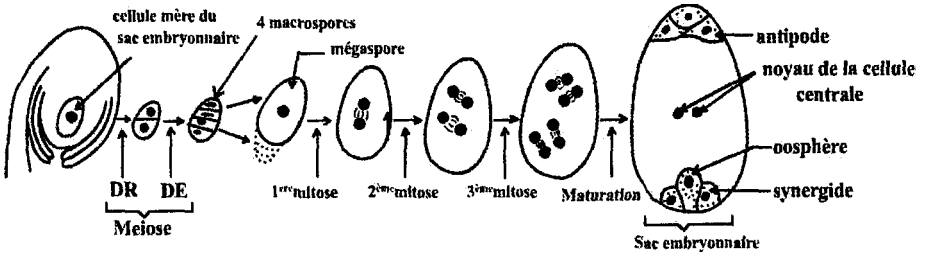
Dans l'ovule, contenu dans l'ovaire du pistil, se forme le sac embryonnaire à l'origine du gamète femelle.

Formation du grain de pollen :



Le grain de pollen se forme à partir d'une cellule souche ou cellule mère diploïde (2n) qui subit deux divisions successives de la méiose, suivies d'une mitose supplémentaire. La méiose aboutit à la formation de 4 cellules haploïdes (n) appelées microspores. La mitose, supplémentaire, permet la formation de deux cellules toujours à n chromosomes chacune, la cellule végétative et la cellule reproductrice. Ces deux cellules restent emboîtées et s'entourent de deux membranes, l'intine et l'exine. L'ensemble constitue le grain de pollen.

Formation du sac embryonnaire :

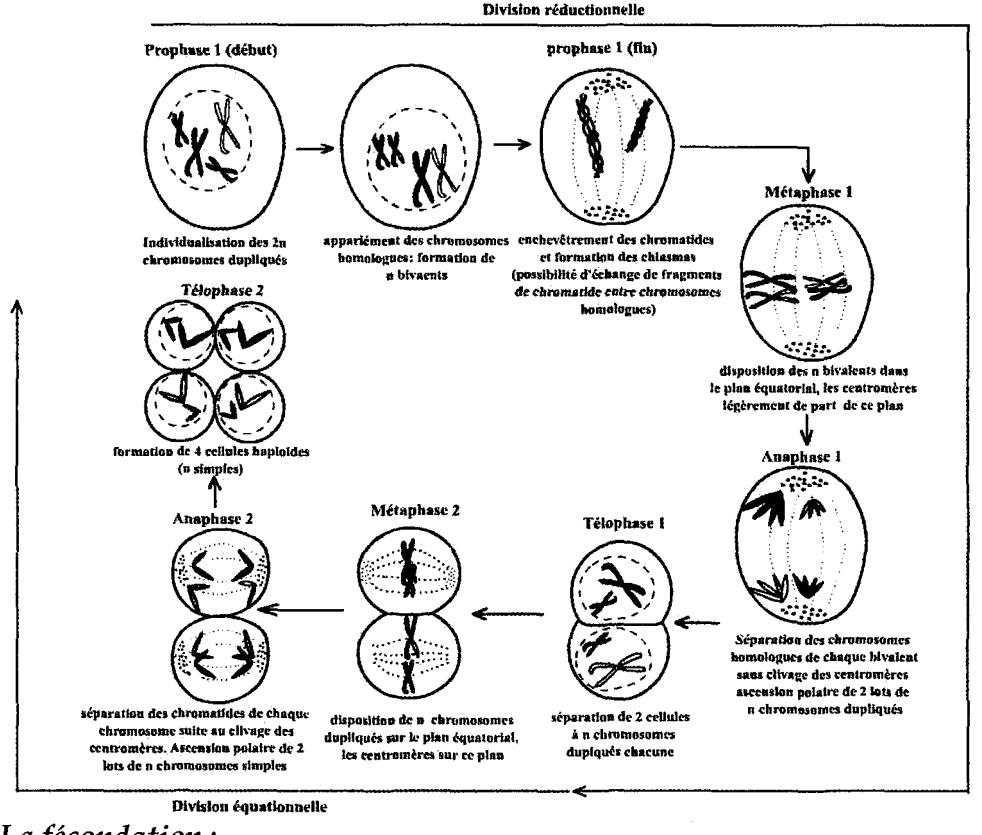


Etapes de la formation du sac embryonnaire

Le sac embryonnaire se forme à partir d'une cellule mère diploïde (2n) qui subit les deux divisions de la méiose pour donner 4 cellules haploïdes appelées macrospores. 3 macrospores dégénèrent et le noyau de la 4ème subit 3 mitoses successives sans division cytoplasmique pour donner 8 noyaux haploïdes qui se répartissent en 7 cellules. Ces cellules sont les 2 synergides, les 3 antipodes, la cellule centrale à 2noyaux et l'oosphère qui constitue le gamète femelle proprement dit. L'ensemble forme le sac embryonnaire.

La méiose :

La formation des gamètes implique un mécanisme qui assure la réduction de moitié du nombre de chromosomes des cellules souches. La méiose est le mécanisme de cette réduction chromatique ; il s'agit de deux divisions cellulaires successives précédées d'une interphase au cours de laquelle se fait la duplication des chromosomes de la cellule mère. Chaque division méiotique comporte 4 phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase.



La fécondation :

Le grain de pollen, qui tombe sur le stigmate, germe en émettant un tube pollinique qui s'allonge et progresse dans le tissu du style jusqu'à arriver à l'ovule où il pénètre par le micropyle.

Dés le début de la germination, le noyau végétatif et le noyau reproducteur s'engagent dans le tube pollinique :

- Le noyau végétatif se place à l'extrémité du tube pour diriger sa croissance puis dégénère quand il se trouve à proximité de l'ovule.
- le noyau reproducteur subit une mitose supplémentaire pour donner 2 anthérozoïdes ou gamètes mâles.

Dans le sac embryonnaire se passe une double fécondation :

- l'un des 2 anthérozoïdes pénètre dans l'oosphère et fusionne avec son noyau pour donner une cellule œuf à 2n chromosomes appelée œuf embryon ou zygote principal, première cellule d'une nouvelle plante.

- le 2ème anthérozoïde fusionne avec les deux noyaux polaires pour donner l'œuf albumen ou œuf accessoire à 3n chromosomes.

Suite à la double fécondation, les 2 synergides et les 3 antipodes dégénèrent.

Brassage de l'information génétique au cours de la reproduction sexuée :

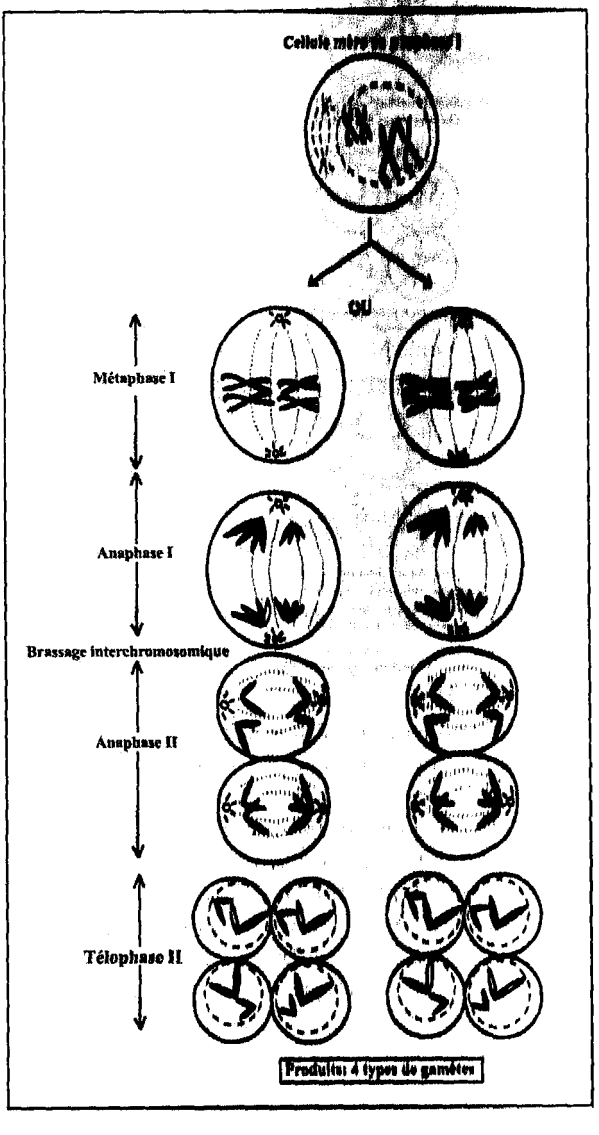
Brassage génétique au cours de la méiose :

Lors de la formation des gamètes, la méiose assure une redistribution des chromosomes d'origine maternelle et paternelle à l'intérieur des gamètes haploïdes : c'est le brassage génétique qui se fait par deux mécanismes :

* *Le brassage inter chromosomique :* à l'anaphase I, la séparation des chromosomes homologues de chaque bivalent se fait au hasard et d'une façon indépendante de leur origine maternelle ou paternelle. Il en résulte que chaque cellule obtenue enfin de méiose contient un mélange de n chromosomes les uns paternels et les autres maternels.

Cette redistribution de chromosomes paternels et maternels à l'intérieur des gamètes est appelée brassage inter chromosomique.

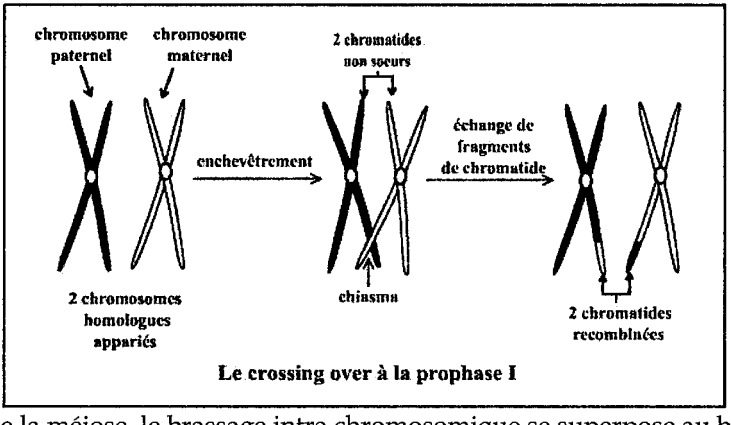
Une cellule à 2n chromosomes peut théoriquement produire 2^n types de gamètes génétiquement différents et équiprobables.



** Le brassage intra chromosomique :*

À la prophase I, un échange de fragments chromosomiques peut se produire entre les chromatides non sœurs (l'une paternelle et l'autre maternelle) de deux chromosomes homologues appariés au niveau d'un chiasma : c'est le crossing-over. Il en résulte un mélange d'allèles maternels et paternels au sein de ces chromatides : c'est le brassage intra chromosomique.

Dans les produits de la méiose seront présents des gamètes recombinés en plus des gamètes parentaux.



Le crossing over à la prophase I

Au cours de la méiose, le brassage intra chromosomique se superpose au brassage inter chromosomique et multiplie le nombre de combinaisons chromosomiques et alléliques dans les gamètes.

Brassage génétique au cours de la fécondation :

La fécondation, en unissant au hasard l'un des divers types de gamètes mâles possibles à l'un des divers types de gamètes femelles possibles, est à l'origine d'une diversité de combinaisons chromosomiques et alléliques à l'intérieur des zygotes. Elle est donc à l'origine de la diversité génotypique et phénotypique des individus d'où le polymorphisme observé au sein d'une famille et au sein de l'espèce.

Sachant que le brassage interchromosomique à la méiose conduit à la production de 2^n types de gamètes génétiquement différents par chaque parent, la fécondation conduit à 2^{2n} individus possibles et génétiquement différents dont chacun est unique et original.

Conclusion : le polymorphisme génétique trouve son origine dans les mutations qui créent de nouveaux allèles et dans la reproduction sexuée qui, par le brassage intra et interchromosomique, crée de nouvelles combinaisons d'allèles.

Exercices

Les mutations : sources de diversité

Exercice 1

Définissez les mots ou expressions suivants :

Mutation, mutation génique, mutation chromosomique, mutation somatique, mutation germinale, agent mutagène, mutant, mutation létale, milieu minimum, milieu complet, souche autotrophe, souche hétérotrophe

Exercice 2

Repérez pour chaque item la (ou les) affirmation (s) correcte(s)

1) Le caryotype d'un garçon atteint de trisomie 21 comporte :

a) 44 autosomes + XY
b) 45 autosomes + XX
c) 45 autosomes + XY
d) 43 autosomes + XY

2) chez un individu, si une mutation affecte une cellule cutanée, cette mutation se retrouve dans :

a) toutes les cellules somatiques de l'individu
b) les cellules cutanées issues de la cellule affectée par mitose
c) les cellules de la lignée germinale de l'individu
d) la descendance de l'individu

3) Une mutation génique provoque la modification :

a) du nombre de chromosomes du caryotype
b) de la structure des chromosomes
c) de la séquence en nucléotides de l'ADN
d) de la séquence en acides aminés de la protéine synthétisée.

Exercice 3

On cultive une souche bactérienne sensible à l'ampicilline sur un milieu liquide.

1) On étale un volume de la suspension contenant 10^6 bactéries dans une boite de pétri sur un milieu nutritif solide contenant l'ampicilline; on remarque l'apparition d'une colonie bactérienne au bout de 48 h.

a- Précisez le caractère de la colonie apparue ? Justifiez.

b- Pourquoi s'agit-il d'un résultat inattendu ?

c- Le phénomène produit (apparition d'un nouveau caractère) est une « mutation », à quoi doit -elle être due ?

d- Si on étale un volume de la suspension contenant 10^2 bactéries, on n'obtient pas de colonies.

Que peut-on en déduire ?

2) On repique un petit fragment de la colonie obtenue sur une autre boite de pétri contenant l'ampicilline, plusieurs colonies bactériennes apparaissent au bout de 48 h. Que met en évidence ce résultat ?

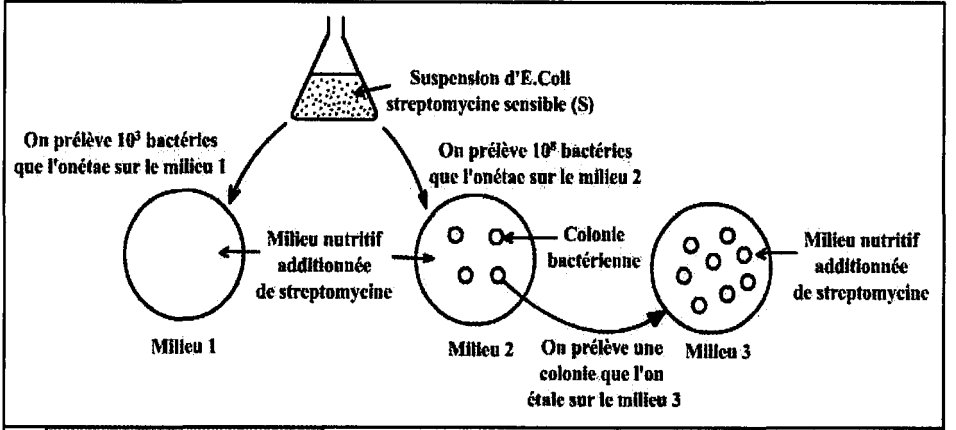
3) a- Sachant que le caractère « comportement vis-à-vis de l'ampicilline » est déterminé par un gène «Amp», précisez les versions alléliques (ou allèles) de ce gène.

b- Quelle différence existe t-il entre ces allèles à l'échelle moléculaire ?

c- Quelle conséquence aura ce phénomène sur la population bactérienne ?

EXERCICE 4

Dans le cadre de l'étude du phénomène de la mutation , on a réalisé des expériences en partant d'une souche sauvage de bactéries *Eshérishia coli* sensible à un antibiotique, la streptomycine. Le schéma suivant résume les manipulations effectuées et les résultats obtenus :



Exp	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Résultats	Aucune colonie n'apparait sur le milieu 1 au bout de 48 h	Apparition de quelques colonies sur le milieu 2 au bout de 48 h	Apparition de plusieurs colonies sur le milieu 3 au bout de 48 h

Interprétez les résultats expérimentaux obtenus tout en dégageant les caractères du phénomène mis en évidence par ces résultats.

EXERCICE 5

On dispose de trois souches de bactéries **E. coli** : une souche S sauvage et deux souches S1 et S2 mutantes.

On veut déterminer le phénotype et le génotype des deux souches mutantes concernant les caractères « comportement vis-à-vis de l'ampicilline » et « capacité de synthèse de l'arginine ».

On réalise la culture des 3 souches sur 2 milieux différents MI et MII

MI : milieu minimum sans arginine et sans ampicilline

MII : milieu minimum avec arginine et avec ampicilline

Les résultats des cultures figurent dans le tableau suivant :

Souche	milieu de culture	Résultat + : *présence de colonies* - : *absence de colonies*	signification	phénotype	génotype
S	MI	+			
	MII	-			
S1	MI	-			
	MII	-			
S2	MI	-			
	MII	+			

1) Complétez le tableau par ce qui convient.
2) Comment peut- on expliquer l'existence des souches S1 et S2 ?
3) Quelle relation existe-t-il entre le phénotype et le génotype chez la bactérie ? Expliquez

EXERCICE 6

Les caractères des microorganismes les plus étudiés concernent la capacité d'utilisation de certains nutriments, la résistance aux antibiotiques ou la perte de synthétiser certains métabolites fondamentaux (Acides aminés, vitamines)

1) Expérience 1 :

On étale, sur un milieu de culture approprié M, une suspension d'E.Coli sensible à un antibiotique, l'érythromycine et incapable de synthétiser l'arginine.

Résultat : après 24 heures à température et humidité convenable, toutes les colonies de bactéries apparaissent roses à l'exception d'une seule colonie blanche.

N.B. : les colonies roses correspondent à des bactéries capables d'utiliser le lactose alors que les colonies blanches correspondent à des bactéries incapables d'utiliser le lactose.

a- Donnez une explication à la présence de cette unique colonie blanche sur le milieu de culture.

b- Quelle précision apporte ce résultat sur la composition de M.

c- Définissez le phénotype des bactéries initiales et celui des bactéries appartenant à la colonie blanche.Justifiez

2) Expérience 2 :

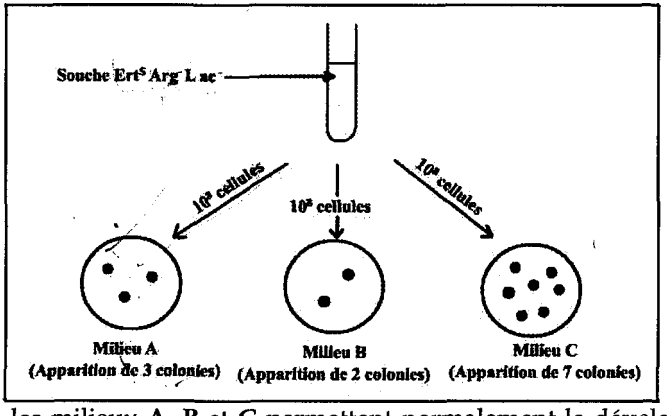
On étale des suspensions de 10^8 bactéries de cette colonie blanche, sur trois boites de pétri contenant différents milieux de culture :

Boite A : milieu avec érythromycine

Boite B : milieu avec lactose, sans glucose.

Boite C : milieu sans arginine.

Résultat : après 24 heures dans des conditions convenables, on obtient les résultats schématisés dans le document suivant :



a) Indiquez si les milieux **A**, **B** et **C** permettent normalement le développement des bactéries de la colonie blanche.

b) Déterminez les phénotypes des bactéries présentes dans chacun des milieux **A**, **B** et **C**.

c) Quelle propriété de la mutation peut-on dégager de l'observation de la boite **B** ?

d) Dégagez une autre propriété de la mutation mise en évidence par l'expérience 2.

3) Expérience 3 :On étale sur le milieu **A** et sur le milieu **C** une suspension de la colonie **B** contenant 10^3 bactéries.

Résultat : après 24 heures, aucune colonie ne se développe dans ces milieux.

Que vient de confirmer le résultat de cette expérience concernant le phénotype des bactéries de la boite B ?

En comparant l'information génétique de ces bactéries avec celle des bactéries de la colonie blanche dont ils sont issus, dégagez une autre propriété des mutations mise en évidence par cette expérience.

EXERCICE 7

On veut déterminer, le génotype de 4 souches bactériennes ①②③④ cultivées au laboratoire pour les 2 caractères suivants : « capacité de synthétiser la phénylalanine (**P**) » et « capacité de synthétiser la vitamine **B** ».

On fait des ensemencements de ces souches sur un milieu nutritif minimum (MM) auquel on ajoute soit la phénylalanine, soit la vitamine **B** soit les 2 substances.

On obtient les résultats résumés dans le schéma suivant :

	M1	M2	M3
Milieu nutritif	MM + P + vitamine B	MM + P	MM ..... + vitamine B
Souches formant des colonies	①②③④	①③④	②④

1) Définissez le terme « génotype »

2) Précisez, en le justifiant, les génotypes de ces 4 souches pour les 2 caractères.

3) Comment doit-on procéder pour déterminer le génotype des 4 souches pour le caractère : « comportement vis-à-vis de la pénicilline » ?

EXERCICE 8

On dispose de 4 souches bactériennes mutantes obtenues à partir d'une souche sauvage de phénotype [Amp^S, His^+, Leu^+] :

Souche bactérienne	phénotype
S1	[Amp^S, His^-, Leu^+]
S2	[Amp^R, His^+, Leu^-]
S3	[Amp^S, His^+, Leu^-]
S4	[Amp^R, His^-, Leu^+]

Amp = ampicilline (antibiotique) ; His = Histidine et Leu= Leucine (acides aminés)

1) Comment peut-on s'assurer expérimentalement que la souche sauvage est [Leu+] ?

2) Indiquez parmi les souches mutantes celles qui peuvent éventuellement se développer sur les milieux suivants:

Milieu de culture	composition
M1	Mm + Amp
M2	Mm + Amp+ Leu
M3	Mm + His
M4	Mm + Leu

S2
A, 4
2, 3

Mm = milieu minimum

Justifiez votre réponse pour le milieu M2.

3) On désire sélectionner une nouvelle souche S5 ayant le phénotype [Amp^R, His^+, Leu^+], à partir de l'une des 4 souches mutantes, en réalisant une seule culture.

a) Choisissez l'une des souches qui permet d'atteindre l'objectif tout en précisant le protocole expérimental.

b) Précisez le phénomène biologique mis en jeu.

EXERCICE 9

D'après « *Les mutations de l' ADN et leurs conséquences* » *écrit par* Maenhaut et M. Errera dans *L'Homme et ses gènes :*

....Le risque de mutation est nettement augmenté par certains agents physiques ou chimiques.

Le ***rayonnement ultraviolet****, par exemple, est un agent mutagène. Une exposition prolongée au rayonnement solaire peut déclencher, surtout chez certains sujets sensibles (peau claire, taches de rousseur), des* ***mutations au niveau des cellules de la peau****. Cette altération de l' ADN peut se traduire par l'activation de gènes qui provoquent une cancérisation de la cellule atteinte. Celle-ci se met alors à proliférer et développe une tumeur.* ***Seules les cellules filles de la cellule cancérisée héritent de cette anomalie génétique.***

....D'autres facteurs peuvent avoir un effet mutagène, notamment les ***rayonnements radioactifs****.*

Le cas le mieux étudié concernant l'effet des radiations sur l'Homme est celui des survivants ***d'Hiroshima et de Nagasaki.*** *Des équipes nippo américaines ont étudié systématiquement les 285 000 survivants. Voici un extrait de leur rapport:*

« ... On observe deux types d'effets tardifs parmi les survivants : des ***effets sur les embryons portés par les femmes enceintes*** *irradiées et* ***l'apparition de cancers"***

- Pour 1600 femmes enceintes présentes à Hiroshima et Nagasaki, on a observe une trentaine d'enfants gravement arriérés. ***Près de la moitié des enfants dont la mère avait reçu une dose de radiations élevée sont nés anormaux, surtout lorsque les femmes étaient entre leur 8ème et 15ème semaine de grossesse lors de l'explosion.***

- Le recensement de cas de ***cancers*** *parmi les survivants est suivi très systématiquement.*

On dénombre ***plusieurs centaines de cas de plus*** *que dans une population comparable non exposée.*

- Jusqu'à présent on n'a détecté ***aucun accroissement significatif des maladies héréditaires*** *ni* ***aucune anomalie dans l'activité des gènes*** *qui ont été étudiés.*

1) Sachant qu'un organisme supérieur comprend deux grandes lignées cellulaires : les cellules somatiques (2n) et les cellules germinales (n) et que la transmission des mutations aux générations suivantes ne peut se faire que si les mutations atteignent la lignée germinale :

a- Précisez à quel type de cellules appartiennent les cellules de la peau ?

b- Définissez une mutation somatique.

2) Sachant que l'information génétique présente dans l'oeuf résulte de l'apport de l'ADN contenu dans le gamète mâle et dans le gamète femelle :

a- Indiquez les conséquences des mutations affectant les cellules germinales.

b- Précisez, en le justifiant, si les radiations consécutives aux explosions nucléaires ont provoqué des mutations au niveau des cellules somatiques ou des cellules germinales des individus exposés.

EXERCICE 10

La drépanocytose ou anémie falciforme est une maladie génétique héréditaire qui touche plus particulièrement l'Afrique centrale. Elle se manifeste par la destruction des globules rouges dans les petits capillaires, ce qui entraîne une mauvaise oxygénation des tissus comme le cerveau.

Les globules rouges prennent une forme en faucille et non celle d'un disque aplati car ils contiennent une hémoglobine anormale dite HbS, différente de l'hémoglobine normale HbA par la présence, dans la chaîne polypeptidique, d'un acide aminé anormal en sixième position.

Le tableau ci-dessous donne un extrait de la séquence de bases (séquence de nucléotides) du gène de l'hémoglobine, localisé sur le chromosome « 2 », chez un individu sain et chez un individu atteint de drépanocytose.

Numéro du nucléotide		*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*
ADN normal **forme 1**	*brin1*	G	T	G	C	A	C	C	T	G	A	C	T	C	C	T	G	A	G
	brin2	C	A	C	G	T	G	G	A	C	T	G	A	G	G	A	C	T	C
ADN anormal **forme 2**	*brin1*	G	T	G	C	A	C	C	T	G	A	C	T	C	C	T	G	T	G
	brin2	C	A	C	G	T	G	G	A	C	T	G	A	G	G	A	C	A	C

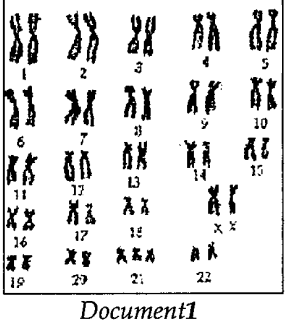
1) Comment pouvez-vous appeler les formes 1 et 2 de ce gène ?
2) Comparez les séquences des deux formes proposées.
3) À quel phénomène pouvez-vous attribuer l'apparition de la forme 2 ?
4) Quel type de cellules a été touché? Justifiez votre réponse.
5) Si on appelle A et S les allèles du gène de l'hémoglobine, quels sont les génotypes possibles chez l'homme ?

EXERCICE 11

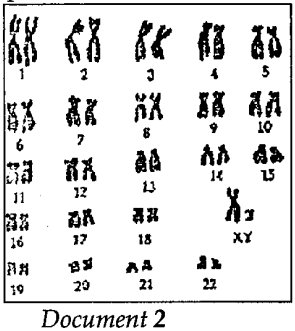
Le syndrome de Down est une anomalie liée à la présence d'une aberration chromosomique (anomalie du caryotype).

Le *document1* montre caryotype d'un enfant atteint du syndrome de Down.

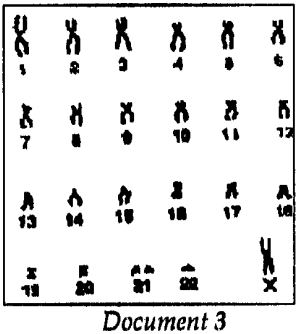
Le *document* 2 montre le caryotype du père de l'enfant et le *document* 3 celui du spermatozoïde qui a participé à la fécondation.



Document1



Document 2



Document 3

1) Analysez le caryotype de l'enfant atteint du syndrome de Down (document1) pour dégager le type d'aberration chromosomique à l'origine de sa maladie.
2) Exploitez les *documents* 2 et 3 pour déduire la cause de cette aberration.

EXERCICE 12

Les figures ci-dessous représentent les caryotypes de deux espèces de drosophile : Drosophila virilis (*figure1*) et Drosophila mélanogaster (*figure2*).

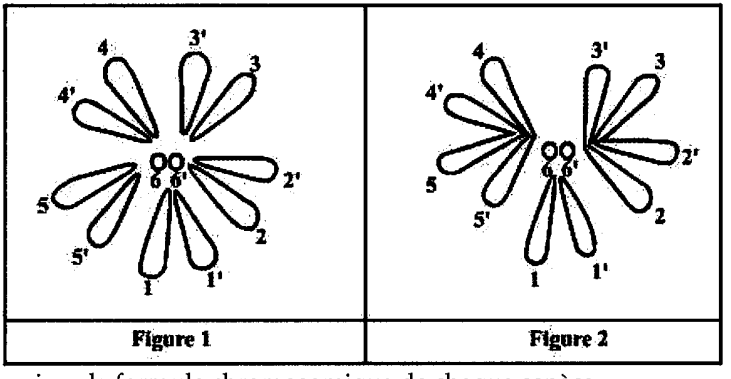


Figure 1 | Figure 2

1) Déterminez la formule chromosomique de chaque espèce.
2) En supposant que le caryotype de la deuxième espèce résulte d'une mutation qui a affecté des cellules de la première espèce :

a- Identifiez le type de mutation en question et précisez son mécanisme.

b- Expliquez comment les mutations de ce type concourent à la diversité du monde vivant

EXERCICE 13

La phénylcétonurie est une anomalie métabolique héréditaire caractérisée par une arriération mentale due à une accumulation d'un acide aminé: la phénylalanine.
Chez le sujet normal, la phénylalanine se transforme en un autre acide amine la tyrosine sous l'effet d'une enzyme **E1** comme indiqué ci-après :

Chez le sujet atteint, l'enzyme E1 est inactive, il s'ensuit une accumulation de phénylalanine responsable de l'anomalie.

1) Le document suivant représente une portion de l'ARNm correspondant à l'allèle gouvernant l'enzyme E1 normale et une portion équivalente de l'ARNm correspondant à l'allèle gouvernant l'enzyme E1 devenue inactive :

- portion d'ARNm gouvernant
la synthèse de E1 normale : ....UAU ACC CCC GAA CCU GAC AUC CUU GCC UCU
- Portion d'ARNm gouvernant
la synthèse de E1 inactive : ...UAU ACC CCC AAA CCU GAC AUC CUU GCC UCU

a- En vous aidant du code génétique, comparez la séquence en acides aminés des deux portions d'enzyme : E1 (portion active) et E2 (portion devenue inactive)

b - Expliquez la cause génétique responsable de l'inactivité de l'enzyme E1.

2) Précisez la conséquence de la substitution du nucléotide n° 12 du brin transcrit d'ADN par un nucléotide C.

Quelle propriété du code génétique et quel caractère des mutations met-on en évidence par cet exemple ?

LA REPRODUCTION SEXUÉE : SOURCE DE DIVERSITÉ

EXERCICE 1

Définissez les mots ou expressions suivants :

Méiose, gamète, cellule germinale, fécondation, réduction chromatique, brassage inter chromosomique, brassage intra chromosomique, chiama, crossing-over.

EXERCICE 2

Repérez pour chaque item la (ou les) affirmation (s) correcte(s)

1) **Chez les angiospermes :**

a- les pièces reproductrices de la fleur sont le calice et la corolle

b- les pièces reproductrices de la fleur sont l'androcée (étamines) et le gynécée (pistil)

c- le grain de pollen constitue la cellule sexuelle mâle

d- l'ovule constitue la cellule sexuelle femelle.

2) **Dans un sac embryonnaire** :

a- il y a 7 cellules

b- il y a 8 cellules

c- les antipodes se trouvent du même coté que le micropyle

d- l'oosphère se trouve du coté opposé du micropyle de l'ovule

3) Une coupe d'anthère jeune montre :

a- 2 sacs polliniques

b- 4 sacs polliniques

c- 2 loges

d- 4 loges

4) **Une coupe d'anthère mûre montre** :

a- des cellules mères de grains de pollen

b- des grains de pollen

c- 2 fentes de déhiscence

d- des tétrades de microspores

5) **Au cours de la germination du grain de pollen :**

a- le noyau reproducteur dirige la croissance du tube pollinique

b- le noyau végétatif dirige la croissance du tube pollinique

c- le noyau reproducteur subit une mitose

d- le noyau végétatif dégénère quand le tube pollinique est à proximité du micropyle.

6) Les deux anthérozoïdes libérés du tube pollinique fécondent respectivement :

a- l'oosphère et les 3 antipodes
b- l'oosphère et les 2 synergides
c- l'oosphère et la cellule centrale
d- les deux noyaux de la cellule centrale

7) Après la double fécondation :

a- l'oosphère devient un œuf diploïde
b- la cellule centrale devient un œuf triploïde
c- les antipodes et les synergides se développent davantage
d- les cellules oeufs obtenues subissent des mitoses successives.

8) La division réductionnelle de méiose :

a- divise par deux le nombre de chromosomes
b- garde constante la quantité d'ADN par noyau
c- est précédé d'une réplication d'ADN
d- aboutit à deux cellules haploïdes

9) Lors de la méiose :

a- les chromosomes homologues se séparent à l'anaphase I
b- le brassage interchromosomique précède le brassage intrachromosomique
c- la division équationnelle engendre deux cellules à n chromosomes dupliqués
d- il peut y avoir formation de chromosomes recombinés

10) Le brassage interchromosomique :

a- se produit lors de la prophase I
b- aboutit à la formation de n^2 types de gamètes différents par garniture chromosomique
c- résulte de la séparation aléatoire des 2 chromosomes homologues de chaque paire
d- est l'un des facteurs responsable du polymorphisme des descendants de la reproduction séxuée.

11) Le crossing over est un échange de matériel génétique qui :

a- se réalisent entre 2 chromosomes homologues
b- se réalisent entre deux chromatides de deux chromosomes non homologues.
c- amplifie la diversité des gamètes
d- a plus de chance de se produire pour les chromosomes courts

12) Au cours de la prophase I de la méiose :

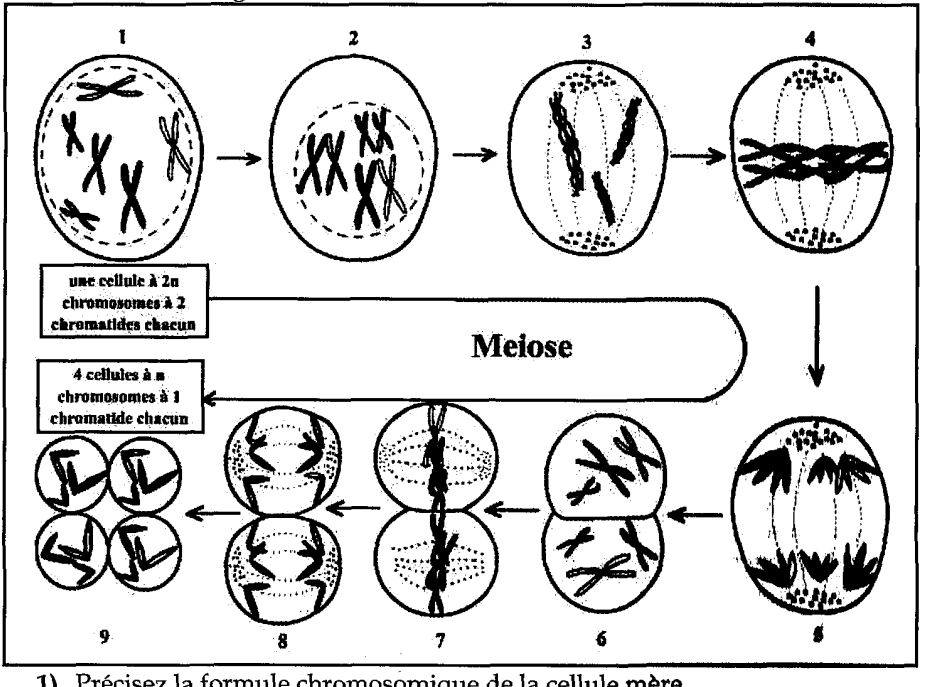
a- les chromosomes sont constitués de deux chromatides
b- les chromatides sœurs peuvent échanger des segments d'ADN
c- les chromosomes homologues se placent de part et d'autre du plan équatorial
d- il se produit un brassage interchromosomique.

13) Au cours de la division équationnelle de la méiose :

a- les chromosomes homologues se séparent
b- les deux chromatides de chaque chromosome se séparent
c- les 2 cellules résultant de cette division peuvent être génétiquement différentes
d- se déroule le brassage intra chromosomique

EXERCICE 3

Le document suivant représente schématiquement le déroulement de la méiose affectant une cellule germinale.



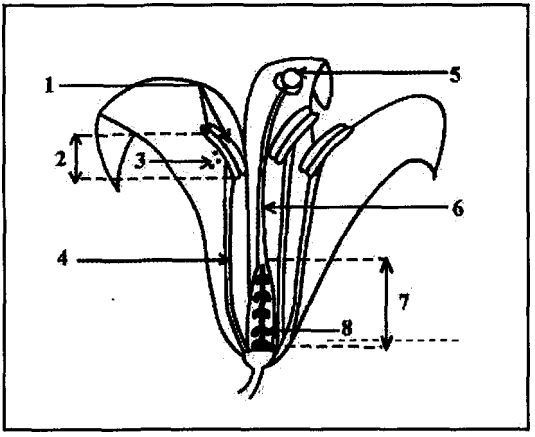
1) Précisez la formule chromosomique de la cellule mère.
2) Identifiez les phases numérotées de 1 à 9
3) Attribuez à chaque phase l'un des événements de a à i suivants :

a. séparation des chromatides
b. enchevêtrement des chromatides
c. rangement des paires de chromosomes homologues à l'équateur du fuseau
d. individualisation des chromosomes
e. appariement des chromosomes homologues
f. deuxième division cytoplasmique
g. séparation des chromosomes homologues

h. première division cytoplasmique
i. rangement de n chromosomes dupliqués sur le plan équatorial

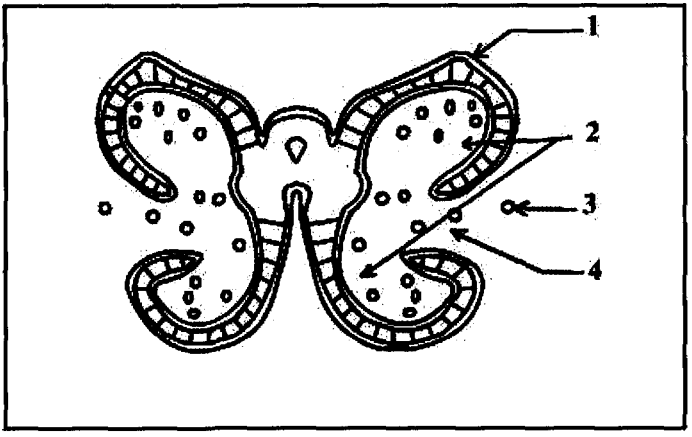
EXERCICE 4

I/Le *document1* représente schématiquement une coupe longitudinale de fleur de Lis à maturité



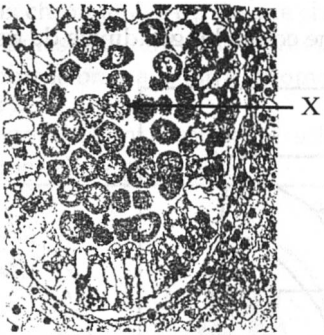
Document1

1) Légendez le schéma du *document1.*
2) Précisez le rôle de chacun des éléments 2, 3, 5, 6, 7et 8
3) Légendez le schéma suivant représentant une coupe transversale d'anthère mure.

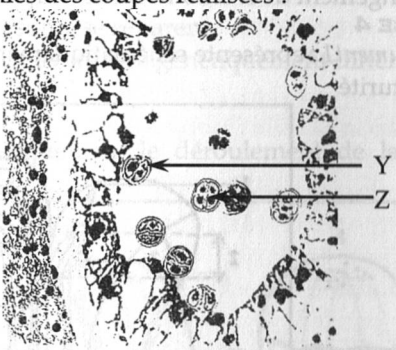


II/ Pour comprendre le mécanisme de formation des grains de pollen qui s'échappent de l'anthère à maturité, on réalise l'observation microscopique d'une

coupe transversale d'une anthère jeune et celle d'une anthère avant maturité. Les *documents* 2 et 3 sont des microphotographies des coupes réalisées :



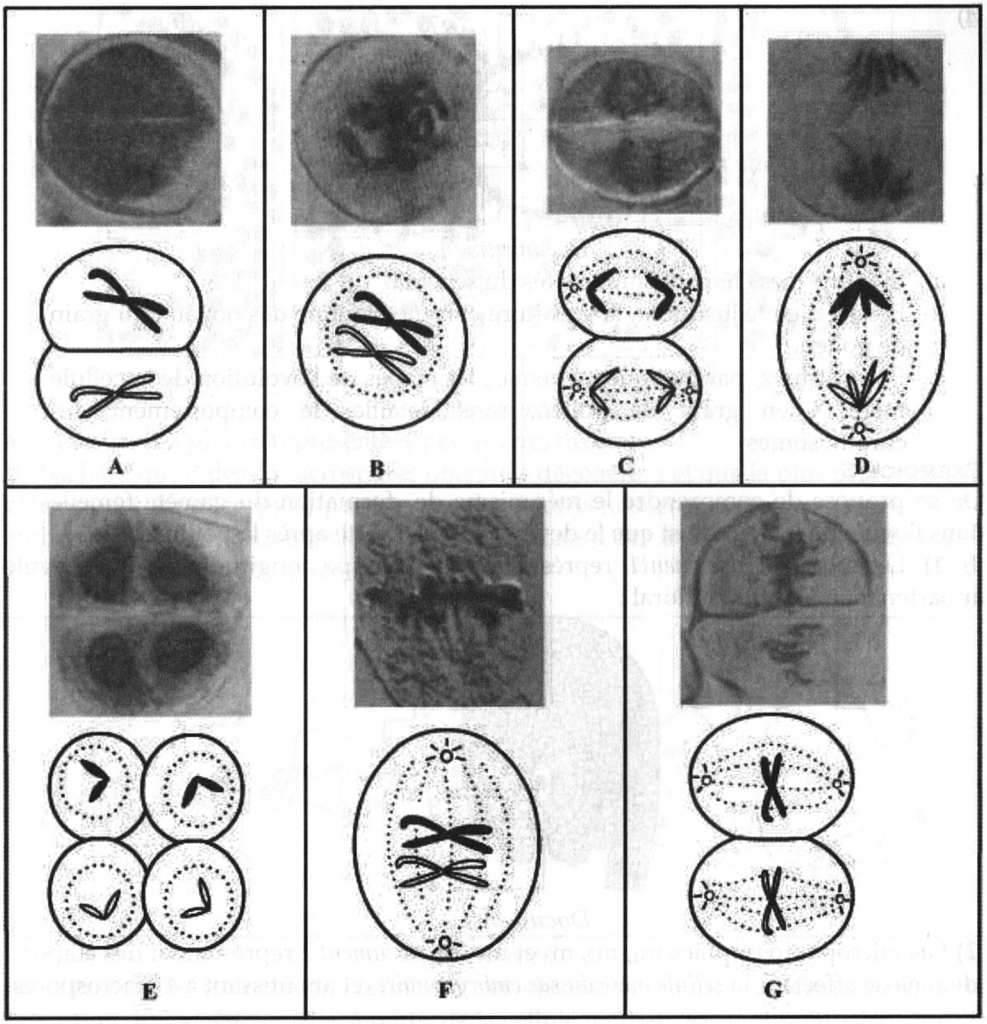
Document2 :
Un sac pollinique d'anthère jeune



Document3 :
Un sac pollinique d'anthère avant maturité

1) Identifiez les éléments X, Y et Z.

2) Le *document4* présente, dans le désordre, des phases des deux divisions de la méiose permettant le passage de la cellule mère X aux cellules de l'élément Z ; chaque phase étant représentée par une microphotographie accompagnée d'une interprétation schématique. Le nombre de chromosomes est simplifié à 2n=2



Document 4

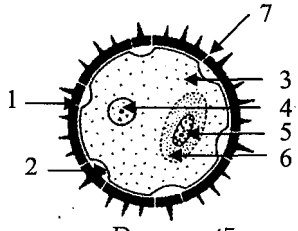
a- Identifiez les photos qui correspondent aux éléments X, Y et Z.

b- Nommez les phases de divisions représentées dans le *document4* et les classez dans l'ordre chronologique du déroulement de la méiose.

c- Justifiez l'appellation de division réductionnelle attribuée à la première division méiotique permettant le passage de X à Y.

3) Chaque cellule de l'élément Z évolue en grain de pollen dont l'observation microscopique a permis de faire le schéma du *document5*:

4)



Document5

a- Identifiez les éléments numérotés du schéma.

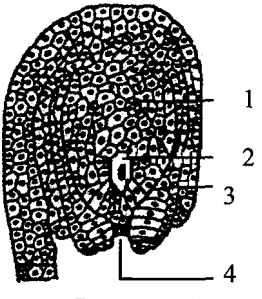
b- Précisez, en le justifiant, la garniture chromosomique des noyaux du grain de pollen.

c- Reconstituez, par quelques schémas, les étapes de l'évolution de la cellule mère X en grain de pollen, sans détailler le comportement des chromosomes

EXERCICE 5

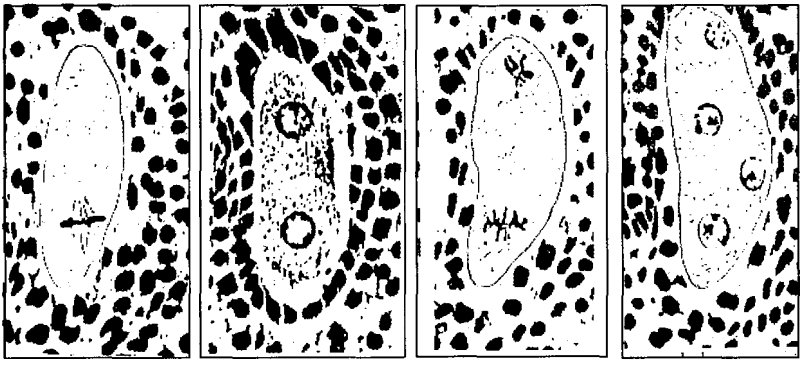
On se propose de comprendre le mécanisme de formation du gamète femelle dans l'ovule de la fleur ainsi que le devenir de ce gamète après la pollinisation.

I/ 1) Légendez le *document1* représentant une coupe longitudinale d'un ovule appartenant à un bouton floral :



Document1

2) Les microphotographies m_1, m_2, m_3 et m_4 du *document* 2 représentent des étapes de méiose affectant la *cellule mère du sac embryonnaire* et aboutissant à 4 macrospores.

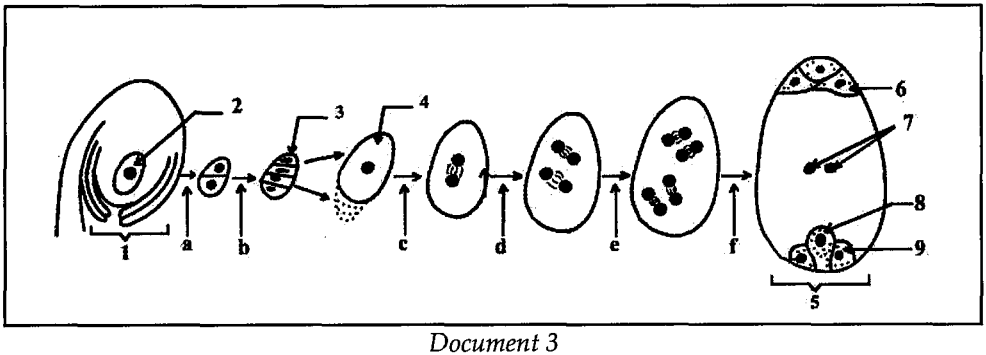


m_1 m_2 m_3 m_4

Document2

a- Identifiez les phases représentées par m_1, m_2, m_3 et m_4.

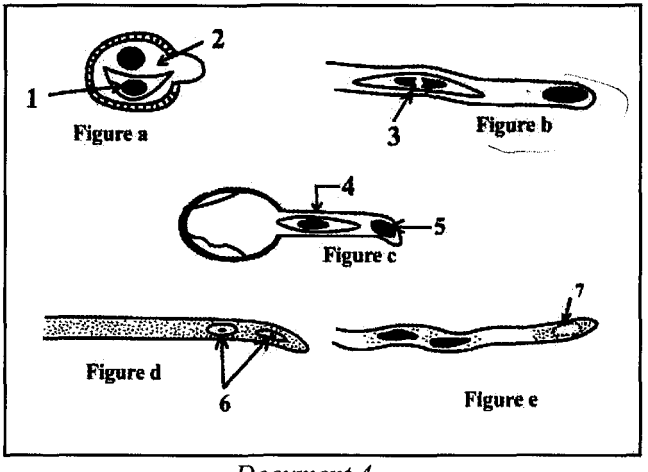
b - Sachant que 3 des 4 macrospores obtenues dégénèrent et que la plus profonde (du côté opposé du micropyle) persiste et subit 3 mitoses successives pour donner le sac embryonnaire, complétez le document 3 en donnant des légendes aux structures de 1 à 9 et aux phénomènes de «a » à « f »:



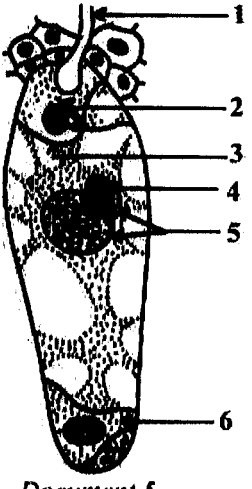
Document 3

c- Décrivez les événements cellulaires et chromosomiques qui aboutissent à la formation du gamète femelle, à partir de la cellule mère du sac embryonnaire

II / A maturité, certains grains de pollen qui s'échappent de l'anthère tombent sur le stigmate ; ils germent et émettent chacun un tube pollinique qui progresse dans le style vers un ovule. Les documents 4 et 5 illustrent l'évolution de l'un des grains de pollen:



Document 4



Document 5

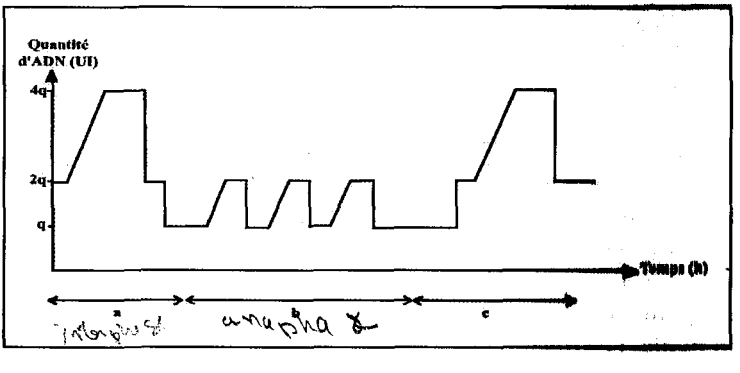
1) Mettez les figures du *document 4* dans l'ordre chronologique du déroulement du phénomène et légendez-les.

2) Décrivez les modifications nucléaires dans le grain de pollen germé

3) a- Légendez le *document 5*

b- Dégagez du *document 5* les conséquences de la pénétration du tube pollinique dans le sac embryonnaire. (Précisez le nombre de chromosomes dans les œufs obtenus)

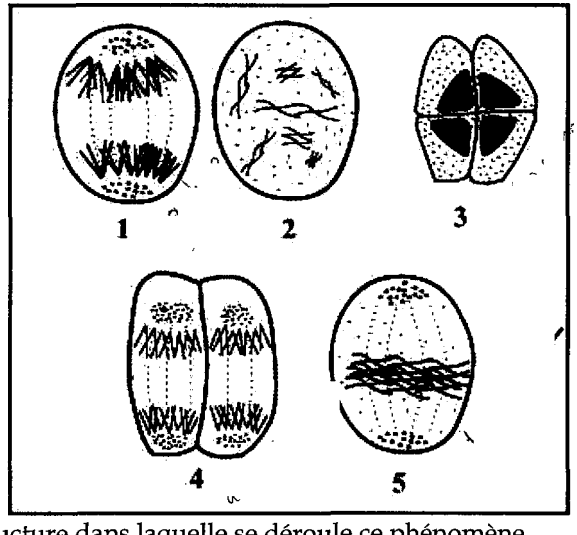
III/ Le graphe suivant représente l'évolution de la quantité d'ADN dans la cellule germinale de l'ovule.



Analysez les parties a, b et c du graphe et faites correspondre à chacune le phénomène subi par cette cellule.

EXERCICE 6

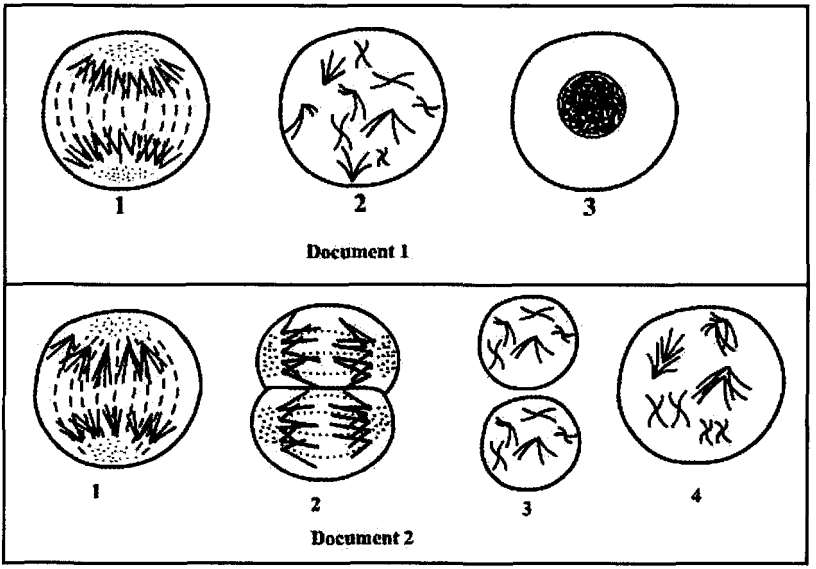
Les photographies suivantes illustrent, dans le désordre, quelques phases d'un phénomène se passant au cours de la formation des grains de pollen dans une structure de la fleur



1) Précisez la structure dans laquelle se déroule ce phénomène
2) Précisez le nom et la formule chromosomique de la cellule initiale. Justifiez.
3) Identifiez le phénomène représenté. Justifiez
4) Classez les photos par ordre chronologique tout en précisant les phases qu'elles représentent

EXERCICE 7

Les schémas du document I représentent quelques aspects de cellules de l'extrémité d'une racine de tournesol. Les schémas du document II concernent certaines cellules de sac pollinique de la même plante. Par souci de simplification, on n'a représenté que 5 paires de chromosomes parmi les 17 paires caractéristiques de l'espèce. De plus, les schémas ont été volontairement placés dans le désordre.



1) À quel type de phénomène se rapporte le document 1, d'une part ? Le document 2, d'autre part ? Justifiez votre réponse.

2) Classez les différentes figures de chaque document dans leur ordre chronologique tout en donnant un titre à chaque figure

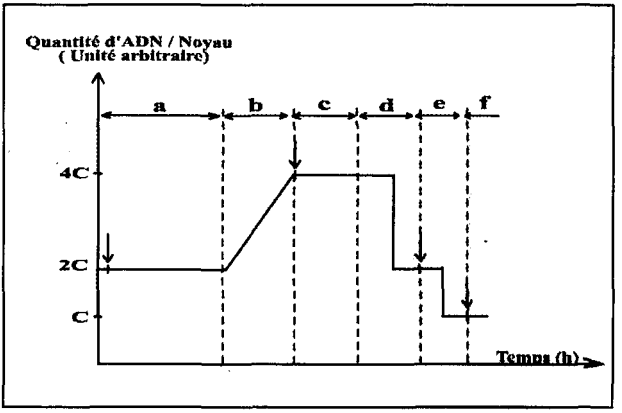
3) Comparez le phénomène illustré par les documents 1 à la division réductionnelle de méiose.

EXERCICE 8

Le graphe suivant présente l'évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose et l'interphase qui la précède

1) Délimitez, sur le graphe, la méiose et l'interphase et représentez leurs phases essentielles.

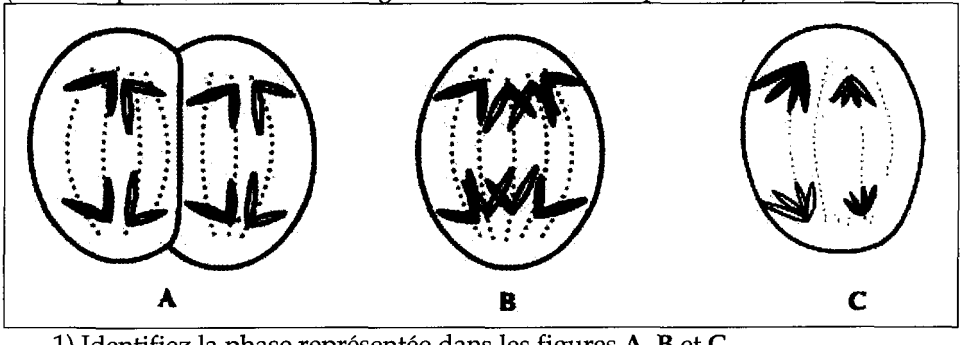
2) Schématisez l'état des chromosomes dans les intervalles de temps a, b, c, d, e et f (on considèrera une paire de chromosomes)



EXERCICE 9

Dans l'anthère d'un bouton floral, les cellules mères des gains de pollen subissent plusieurs mitoses avant de commencer les divisions de la méiose. Les schémas **A, B** et **C** correspondent à une même phase des 3 types de divisions cellulaires se produisant à l'intérieur des sacs polliniques.

(Pour simplifier, on considère la garniture chromosomique 2n=4)



1) Identifiez la phase représentée dans les figures **A, B** et **C**.
2) Complétez le tableau suivant en vous appuyant sur les schémas et sur vos connaissances sur les divisions cellulaires

Figure	A	B	C
Type de division cellulaire			
Phase			
Justification			

3)

a- Identifiez, parmi les figures A, B et C, celle qui illustre un brassage inter chromosomique.

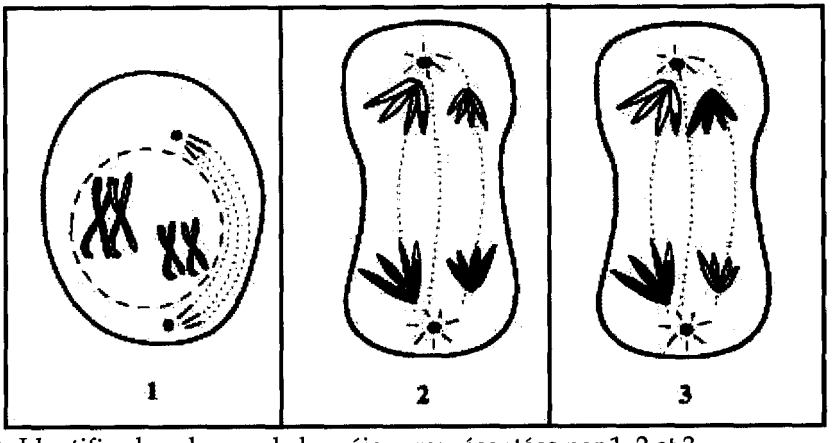
Représentez la (ou les) autre(s) disposition(s) possible(s) pour la figure en question. (Utiliser les mêmes conventions de schématisation que dans les figures A, B et C).

b- Représentez les types de gamètes génétiquement différents qu'on peut obtenir à la fin de la méiose.

4) Chaque cellule issue de la méiose subit une mitose supplémentaire pour donner les 2 cellules emboîtées du grain de pollen. En utilisant les mêmes conventions de schéma, représentez l'anaphase de cette mitose.

EXERCICE 10

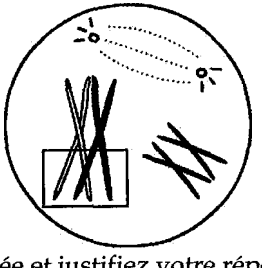
Les schémas 1, 2 et 3 ci-dessus représentent des figures observées au cours de la méiose (dans un but de simplification, on a limité le nombre de chromosomes à 2n = 4)



1) Identifiez les phases de la méiose représentées par 1, 2 et 3
2) a- reconnaissez et expliquez les phénomènes illustrés par les figures 2 et 3
b- indiquez leur importance génétique.

EXERCICE 11

Le document ci-contre présente une cellule germinale pendant une phase de la méiose.



1) Identifiez la phase représentée et justifiez votre réponse.

2) Nommez et définissez le phénomène qui peut se produire dans la partie encadrée. Faites un schéma annoté de la paire de chromosomes en question à la fin de la phase représentée sur le document.

3) Déterminez le nombre de types de gamètes possibles que peut engendrer cette cellule dans les deux cas suivants :

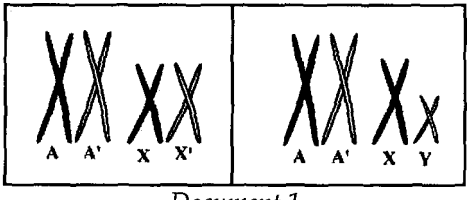
1er cas : si le phénomène de la partie encadrée ne se produit pas

2ème cas : si le phénomène de la partie encadrée se produit.

Justifiez brièvement le résultat dans chaque cas. Déduisez l'importance des phénomènes chromosomiques de la méiose. Les schémas de la méiose sont demandés

EXERCICE 12

Les deux figures du document 1 représentent chacune deux paires de chromosomes (une paire autosomale AA' et une paire XX' ou XY) pris de caryotypes de femme et d'homme



Document 1

1) En utilisant les chromosomes schématisés, représentez la garniture chromosomique (nombre et forme des chromosomes) des différents types de gamètes mâles et femelles.

2) Remplissez le tableau du document 2 en utilisant les lettres A,A',X,X' et Y pour représenter les différents types de gamètes mâles et femelles, ainsi que les zygotes résultant de leurs rencontres.

gamètes♂ / gamètes ♀	△	△	△	△
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

Document 2

3) a- Comparez les garnitures chromosomiques des zygotes du document 2 avec celles des parents du document 1

b- Déduisez l'importance du phénomène chromosomique mis en évidence par vos réponses.

Transmission d'un couple d'allèles chez les diploïdes : le monohybridisme

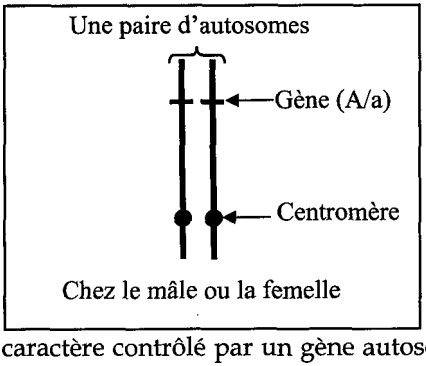
L'ESSENTIEL DE CONNAISSANCES :

Les cellules diploïdes contiennent n paires de chromosomes homologues, chaque paire étant formée d'un chromosome paternel et d'un chromosome maternel. Les chromosomes de chaque paire portent les mêmes gènes aux mêmes emplacements (même loci) mais pas forcément les mêmes allèles.
Chez les animaux, le caryotype d'une cellule diploïde comporte n-1 paires d'autosomes et une paire de chromosomes sexuels, généralement XX chez la femelle et XY chez le mâle.

Le monohybridisme autosomal :

Un gène est dit autosomal lorsqu'il est porté par une paire d'autosomes ; dans ce cas toute cellule diploïde d'un individu mâle ou femelle a deux allèles pour chaque gène qui sont hérités des deux parents par le biais de la reproduction sexuée ; les deux allèles peuvent être identiques ou différents.

Représentation conventionnelle des chromosomes, des loci et des allèles :



Dans le cas d'un caractère contrôlé par un gène autosomal, la ségrégation du couple d'allèles au cours de la méiose et sa redistribution au hasard pendant la fécondation expliquent les résultats statistiques obtenus en F_1 et en F_2 dans le cas de dominance absolue et de codominance.

Conventions d'écriture en génétique

Allèle dominant : lettre majuscule **A** ou abréviation du phénotype récessif affecté par l'exposant **+**. Exemple : **vg**$^+$ pour désigner l'allèle responsable du phénotype ailes longues chez la drosophile

Allèle récessif : lettre minuscule **a** ou abréviation du phénotype récessif. Exemple : **vg** pour désigner l'allèle responsable du phénotype ailes vestigiales chez la drosophile.

Codominance : les deux allèles sont représentés par des lettres majuscules.
Phénotype : lettre (s) entre crochets. Exemple [A], [AB], [B], ...
Génotype : le couple d'allèles est placé de part et d'autre d'un double trait symbolisant la paire de chromosomes homologues. Exemple : $\frac{A}{\underline{\underline{A}}}$, $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$, $\frac{a}{\underline{\underline{a}}}$

Générations : P : parents ; F_1 : première génération ; F_2 : deuxième génération

		Dominance absolue : un couple d'allèles (A,a) / A >a	***Codominance :*** un couple d'allèles (A,B) / A=B
		Interprétation	
1er croisement : hybridatientre 2 parents P de lignées pures ≠	*Phénotypes des P*	P_1 : $[A]$ × P_2 : $[a]$	P_1 : $[A]$ × P_2 : $[B]$
	Génotypes des P	$\frac{A}{\underline{\underline{A}}}$ $\frac{a}{\underline{\underline{a}}}$	$\frac{A}{\underline{\underline{A}}}$ $\frac{B}{\underline{\underline{B}}}$
	Génotypes et proportions des gamètes	**Méiose** 100% A 100% a	**Méiose** 100% A 100% B
	Génotype et proportion de F_1	**Fécondation** 100% $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$	**Fécondation** 100% $\frac{A}{\underline{\underline{B}}}$
	Phénotype et proportion de F_1	100% $[A]$	100% $[AB]$
2ème croisement des hybrides : $F_1 \times F_1$	*Phénotypes et génotypes des parents de F_1*	F_1 $[A]$ × F_1 $[A]$	F_1 $[AB]$ × F_1 $[AB]$
	Génotypes et proportions des gamètes de F_1	**Méiose** $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$ 50% A 50% a ; $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$ 50% A 50% a	**Méiose** $\frac{A}{\underline{\underline{B}}}$ 50% A 50% B ; $\frac{A}{\underline{\underline{B}}}$ 50% A 50% B
		Fécondation	
	Echiquier de croisement	♀ / ♂ : A 1/2 ; a 1/2	♀ / ♂ : A 1/2 ; B 1/2
		A 1/2 : $\frac{A}{\underline{\underline{A}}}$ $[A]$ 1/4 ; $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$ $[A]$ 1/4	A 1/2 : $\frac{A}{\underline{\underline{A}}}$ $[A]$ 1/4 ; $\frac{A}{\underline{\underline{B}}}$ $[AB]$ 1/4
		a 1/2 : $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$ $[A]$ 1/4 ; $\frac{a}{\underline{\underline{a}}}$ $[a]$ 1/4	B 1/2 : $\frac{A}{\underline{\underline{B}}}$ $[AB]$ 1/4 ; $\frac{B}{\underline{\underline{B}}}$ $[B]$ 1/4
	Résultats statistiques de F_2	**75%** $[A]$ (25% $\frac{A}{\underline{\underline{A}}}$; 50% $\frac{A}{\underline{\underline{a}}}$) **+25%** $[a]$ ($\frac{a}{\underline{\underline{a}}}$)	**25%** $[A]$ **+ 50%** $[AB]$ **+ 25%** $[B]$

* Un individu est dit de lignée pure quand il possède un seul type d'allèles et il produit un seul type de gamètes.

* Un individu est dit homozygote quand il possède 2 allèles identiques du gène, il est de lignée pure.

* Un individu est dit hybride ou hétérozygote quand il possède 2 allèles différents du gène provenant chacun d'un parent.

* Le phénotype des hybrides de la F_1 est :

- celui de l'un des parents dans le cas d'une dominance absolue
- intermédiaire entre les 2 phénotypes parentaux dans le cas d'une codominance.

* Chaque individu hétérozygote produit deux types de gamètes équiprobables

* La deuxième loi de Mendel explique l'hétérogénéité de F_2 ; celle-ci comprend :

- 3/4 de phénotype dominent + 1/4 de phénotype récessif dans le cas de dominance absolue
- 1/4 du 1er phénotype parental + 1/2 de phénotype intermédiaire + 1/4 du 2ème phénotype parental

* Dans le cas de dominance absolue, un individu de phénotype dominant peut être homozygote ou hétérozygote et un individu de phénotype récessif ne peut être qu'homozygote

* Dans le cas de codominance, un individu de phénotype parental est obligatoirement homozygote et un individu de phénotype intermédiaire est obligatoirement hétérozygote.

* Dans le cas de monohybridisme autosomal, il y a autant de mâles que de femelles pour chaque phénotype obtenu dans une descendance.

Test cross et back cross:

Le test cross ou croisement test est utilisé pour préciser le génotype inconnu d'un individu de phénotype dominant ; il consiste à croiser cet individu (le testé) avec un individu de phénotype récessif (le testeur).

les proportions phénotypiques de la descendance d'un test cross reflètent exactement les proportions des génotypes des gamètes formés par l'individu à tester.

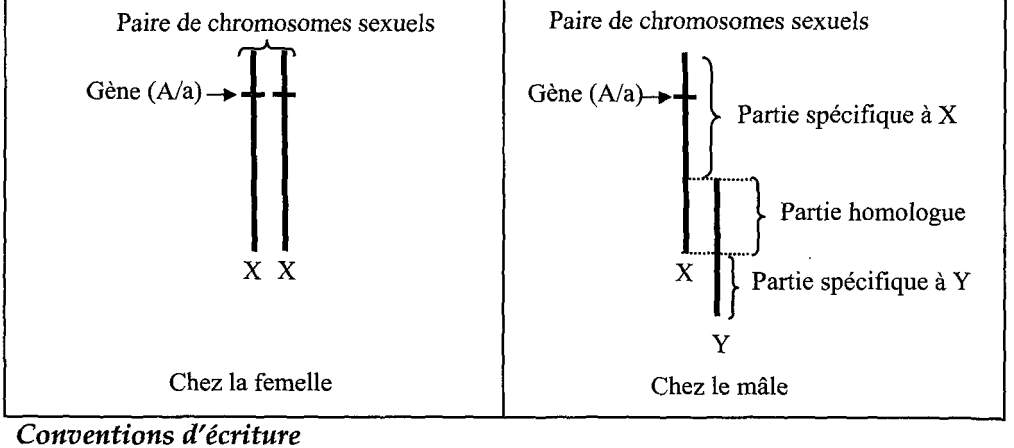
Le back cross ou croisement en retour est un cas particulier du test cross : c'est le croisement d'un hybride (de la F_1) avec le parent récessif. La descendance présente les proportions phénotypiques (½, ½) : 50% de phénotype dominant 50% de phénotype récessif.

croisement d'un hybride avec un testeur :	*Phénotypes des parents*	P_1 : [A] × P_2 : [a]
	génotypes des parents	$\frac{A}{a}$; $\frac{a}{a}$; Méiose
	Génotypes et proportions des gamètes	50% *A* 50% *a* 100% % *a*
	Echiquier de croisement	♀ / ♂ : *A* 1/2 ; *a* 1/2 ; *a* : $\frac{A}{a}$ [A] 1/2 ; $\frac{a}{a}$ [a] 1/2
	Résultats statistiques	50% [A]($\frac{A}{a}$) + 50% [a]($\frac{a}{a}$)

Monohybridisme lié au sexe, cas d'un gène porté par X :

Un gène est dit lié au sexe lorsqu'il est porté par la partie spécifique du chromosome sexuel X (gène lié à X) ou par la partie spécifique du chromosome sexuel Y (gène lié à Y).

Représentation conventionnelle des chromosomes des loci et des allèles dans le cas d'un gène porté par X



Conventions d'écriture

On utilise la même convention d'écriture que dans le cas d'un gène autosomal. Toutefois, au niveau du génotype on symbolise les chromosomes sexuels affectés en indice par les allèles qu'ils portent.

On considère un monohybridisme à dominance absolue. Soit le couple d'allèles (A, a), avec A > a

	Croisement parental	Croisement réciproque
Phénotypes des parents	P_1 ♀[A] x P_2♂[a]	P_2♂[a] x P_1♀[A]
Génotypes des parents	$\frac{X_A}{X_A}$ x $\frac{X_a}{Y}$	$\frac{X_A}{Y}$ x $\frac{X_a}{X_a}$
Génotypes et proportions des gamètes	Méiose 100%X_A 50%X_a 50%Y	50%X_A 50%Y 100%X_a
Echiquier de croisement	Fécondation γ♂ / γ♀: $\frac{1}{2}X^a$, $\frac{1}{2}Y$ X_A: $\frac{X_A}{X_a}[A]\frac{1}{2}$ ♂, $\frac{X_A}{Y}[A]\frac{1}{2}$	γ♂ / γ♀: $\frac{X_A}{}$, $\frac{1}{2}Y$ X^a: $\frac{1}{2}\frac{X_A}{X_a}[A]$, $\frac{1}{2}\frac{X_A}{Y}[A]$
Résultats statistiques de F_1	50% ♀[A] + 50% ♂[A] ⟶ 100% [A] : Génération homogène	50% ♀[A] + 50% ♂[a] ⟶ Génération hétérogène ; il y a ségrégation phénotypique selon le sexe.

* Le parent femelle est homogamétique, 100% de ses gamètes contiennent un chromosome X.
* Le parent mâle est hétérogamétique : 50% des gamètes portent le chromosome X et 50% contiennent le chromosome Y.
* Les descendants femelles reçoivent un chromosome X de chaque parent elles ont deux allèles du gène, elles peuvent être homozygotes ou hétérozygotes. Leur phénotype dépend des allèles qu'elles possèdent et du type de dominance
Dans le cas de codominance, seules les femelles possèdent le phénotype intermédiaire.
* Les descendants mâles reçoivent un chromosome X maternel et le chromosome Y paternel ; ils possèdent toujours un seul allèle du gène qui s'exprime dans leur phénotype
* Les deux croisements réciproques donnent des résultats différents : dans un cas F_1 est homogène, dans l'autre cas F_1 est hétérogène avec ségrégation phénotypique selon le sexe. La première loi de Mendel n'est pas vérifiée.

Exercices

EXERCICE 1

Définissez les mots ou expressions suivants :

Hybridation, monohybridisme, homozygote, hétérozygote, test cross, back cross, gène autosomal, gène lié au sexe.

EXERCICE 2

Repérez pour chaque item la (ou les) affirmation (s) correcte(s)

1) Le croisement de deux parents de phénotypes différents pour un caractère donné engendre une génération homogène ayant le phénotype de l'un des deux parents. Ceci montre que :

a- c'est un cas de monohybridisme à dominance intermediaire

b- c'est un cas de monohybridisme à dominance absolue

c- chaque parent est de lignée pure

d- un seul parent est de lignée pure

2) Le croisement de deux parents fournit les proportions 75% d'individus de phénotype dominant, 25% d'individus de phénotype recéssif. Ces proportions montrent :

a- qu'il s'agit d'une F2=F1xF1 dans le cas de monohybridisme autosomal à dominance absolue.

b- qu'il s'agit d'un test cross dans le cas de monohybridisme autosomal à dominance absolue.

c- que les deux parents croisés sont des homozygotes

d- que les deux parents croisés sont des hétérozygotes.

3) Le croisement d'un parent homozygote de phénotype récessif avec un parent hétérozygote donne une descendance composée de :

a- 100% d'individus de phénotype dominant

b- 50% d'individus de phénotype dominant et 50% d'individus de phénotype récessif

c- 75% d'individus de phénotype dominant et 25% d'individus de phénotype récessif

d- 25% d'individus de phénotype dominant et 75% d'individus de phénotype récessif

4) Dans le cas d'un monohybridisme lié à X :

a- il y a autant de mâles que de femelles pour chaque phénotype obtenu dans une descendance

b- la 1ère loi de Mendel n'est pas toujours applicable

c- les croisements réciproques donnent des résultats différents

d- les croisements réciproques donnent les mêmes résultats.

EXERCICE 3

Relevez sur votre copie le numéro de chaque affirmation et indiquez et si elle est vraie ou fausse

1) Un individu de phénotype récessif est toujours homozygote.
2) Un individu hybride pour un caractère donne un seul type de gamète.
3) Un gamète ne peut contenir qu'un seul allèle pour un caractère.
4) Dans le cas de codominance un homozygote et un hybride ont le même phénotype.
5) Dans le cas mono hybridisme avec dominance absolue, le croisement de deux hybrides donne trois génotypes.
6) Un individu de phénotype dominant peut être un hybride ou de race pure.

EXERCICE 4

On croise une souris grise de lignée pure avec une souris blanche de lignée pure, on obtient une première génération F1 formée de souris toutes grises.

1) Précisez le caractère étudié.

2) Nommez le croisement réalisé ainsi que les descendants de la première génération.

3) Déduisez le mode de transmission du caractère étudié à partir de l'analyse du résultat

4) a- Précisez le génotype des parents et celui des gamètes qu'ils produisent.

b- Précisez le génotype des descendants de la première génération et celui des gamètes qu'ils produisent.

c- Donnez, en le justifiant, la composition génotypique et phénotypique de la descendance issue du croisement des souris de F1.

EXERCICE 5

On dispose de 2 souches pures de drosophiles : l'une de type sauvage à corps gris et l'autre mutante à corps noir.

* Le croisement d'une drosophile à corps gris avec une drosophile à corps noir donne une génération F1 de drosophiles toutes à corps gris.

* En croisant entre elles les drosophiles de la F1 on obtient une génération F2 qui comporte 153 drosophiles à corps gris et 47 drosophiles à corps noir.

1) Faites une interprétation génétique des deux croisements réalisés.

2) Faites une interprétation chromosomique du deuxième croisement.

EXERCICE 6

1er croisement : dans une cage de souris, on place un couple de souris, la femelle a le pelage noir, le mâle a le pelage brun

2ème croisement : dans une seconde cage, on place un autre couple qui présente les mêmes phénotypes

Après plusieurs portées, on obtient dans la première cage 21 souris noires et 22 brunes ; dans la seconde, on a 45 souris noires

1) Analysez les résultats des deux croisements en vue de d'émettre une hypothèse concernant le mode de transmission du caractère étudié
2) Faites une interprétation génétique des résultats et conclure.

EXERCICE 7

En croisant un coq blanc de race andalouse avec une poule noire de la même race. On obtient des individus tous à plumage bleuté.
1) Précisez le caractère étudié et le type de dominance
2) On croise entre eux les individus à plumage bleuté. Quelle sera la réparation statistique des caractères étudiés dans la population ainsi obtenue en supposant qu'il s'agit d'un caractère contrôlé par un gène autosomal.
3) On croise un coq à plumage bleuté avec une poule à plumage blanc. quelle sera la répartition statistique des caractères dans la descendance ?
4) Etait-il nécessaire de s'assurer de la pureté des races initiales ?

EXERCICE 8

Chez le radis, la racine peut être longue, ronde ou ovale. Une série de croisements a donné les résultats suivants :

Croisements			Résultats
Radis de forme		Radis de forme	
① longue	x	ovale	159 ovales + 156 longues
② ronde	x	ovale	199 rondes + 20 3 ovales
③ ovale	x	ovale	121 longues + 243 ovales + 119 ronds

Interprétez cette série d'essais et déduisez le mode de transmission du caractère forme des radis.

EXERCICE 9

Chez la tomate, la chair du fruit peut être rouge ou jaune. Une série de croisements a donné les résultats suivants :

Croisements			Résultats
tomate à fruits		tomate à fruits	
① Rouges	x	Rouges	150 Rouges
② Rouges	x	Jaunes	78 Rouges et 80 Jaunes
③ Jaune	x	Jaunes	168 Jaunes
④ Rouges	x	Rouges	125 Rouges et 40 Jaunes

1) Indiquez quel est l'allèle dominant. Justifiez.
2) Précisez les génotypes des parents de chaque croisement. Justifiez.

EXERCICE 10

Dans une culture de courges les fruits peuvent être jaunes, verts ou jaunes rayés de vert.

Le tableau suivant présente certains croisements réalisés et les résultats obtenus :

Croisements	Parents	Descendance
1	Courges à fruits rayés X Courges à fruits verts	266 courges à fruits rayés + 242 courges à fruits verts
2	Courges à fruits rayés X Courges à fruits rayés	268 courges à fruits rayés + 135 courges à fruits verts + 128 courges à fruits jaunes

Interprétez cette série d'essais et déduire le mode de transmission du caractère couleur du fruit chez la courge.

EXERCICE 11

Chez le petit pois, les graines peuvent être jaunes ou vertes.

1er croisement : on croise entre elles 2 graines jaunes notées P1 et P2, on obtient une génération nommée F1 composée de graines toutes jaunes.

On isole à partir de F1 deux graines notées N1 et N2

2ème croisement : la graine N1 donne par auto fécondation (N1xN1) une génération noté F2 formée de graines toutes jaunes

3ème croisement : la graine N2 donne par autofécondation une génération notée F'2, qui comprend 55 graines vertes et 158 graines jaunes.

Interprétez ces résultats.

EXERCICE 12

Un allèle létal est un allèle dont l'action est telle que les œufs ou les embryons homozygotes pour cet allèle ne sont pas viables

On considère deux catégories de canaris : l'une huppée, caractérisée par la présence de touffe de plumes sur la tête ; l'autre normale, caractérisée par l'absence de huppe

1er croisement : Canaris huppé x canaris huppé donne en plusieurs couvées, environ 2/3 de canaris huppés + 1/3 de canaris normaux

2ème croisement : Canaris huppé x canaris normal donne autant de canaris huppés que de canaris normaux

3ème croisement : Canaris normal x canaris normal ne donne que des canaris normaux

1) Précisez le caractère étudié

2) Analysez méthodiquement les résultats pour déterminer le mode de transmission du caractère étudié.

3) Faites une interprétation génétique des résultats.

EXERCICE 13

Chez un insecte, on croise une femelle à corps vert avec un mâle à corps jaune.
La F1 obtenus est à corps vert.

1) Sachant que les parents sont de lignées pures, quelle conclusion pouvez-vous tirer de ce croisement ?

2) Avec des femelles de la F1 obtenue précédemment, on réalise les croisements suivants :

Croisement a : une femelle de F1 est croisée avec un mâle au corps jaune, la descendance obtenue est composée de :

24 femelles à corps vert
22 femelles à corps jaune
23 mâles à corps vert
27 mâles à corps jaune

Croisement b : une femelle de F1 est croisée avec un mâle au corps vert, la descendance obtenue est composée de :

33 femelles à corps vert
14 mâles à corps vert
23 mâles à corps jaune

Analysez ces résultats et expliquez le mode de transmission du caractère considéré.

EXERCICE 14

On réalise un croisement entre deux parents pures : une souris femelle à pelage beige et une souris mâle à pelage noir, on obtient une première génération F_1 constituée de :

- 5 souris mâles beiges
- 4 souris femelles tachetées.

1) Faites une interprétation génétique de ce croisement.

On laisse les individus de la F_1 se reproduire, on obtient une deuxième génération F_2 composée de :

- 25% de souris mâles beiges
- 25% de souris mâles noires
- 25% de souris femelles beiges
- 25% de souris femelles tachetées

2) Expliquez les résultats obtenus

3) Expliquez pourquoi on n'a pas obtenu des mâles tachetés.

Dynamique du globe terrestre

L'ESSENTIEL DE CONNAISSANCES :

Structure et composition du globe terrestre :

Les forages les plus profonds n'ont pas dépassé 13 Km alors que le rayon de la terre est voisin de 6370 Km, d'où le recours à des méthodes d'exploration indirectes : la sismicité et le volcanisme ont apporté des informations précises sur la structure interne et la composition du globe terrestre.

Renseignements fournis par la sismologie :

La sismologie est l'étude des séismes.

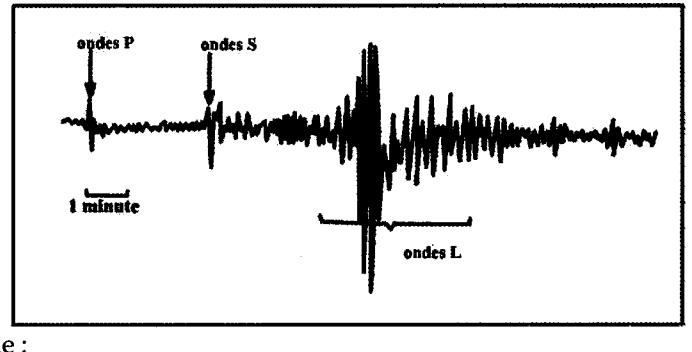
Un séisme, ou tremblement de terre, est un ensemble de secousses touchant un endroit du globe terrestre.

Les séismes résultent d'une rupture brutale de roches qui se produit à des profondeurs variables en un point appelé foyer ou hypocentre ; cette rupture s'accompagne d'une dissipation d'énergie sous forme de vibrations appelées ondes sismiques, qui se propagent dans toutes les directions à partir du foyer.

Le lieu où l'ébranlement est le plus important est appelé épicentre ; c'est le point de la surface du globe situé à la verticale du foyer.

L'enregistrement des ondes sismiques :

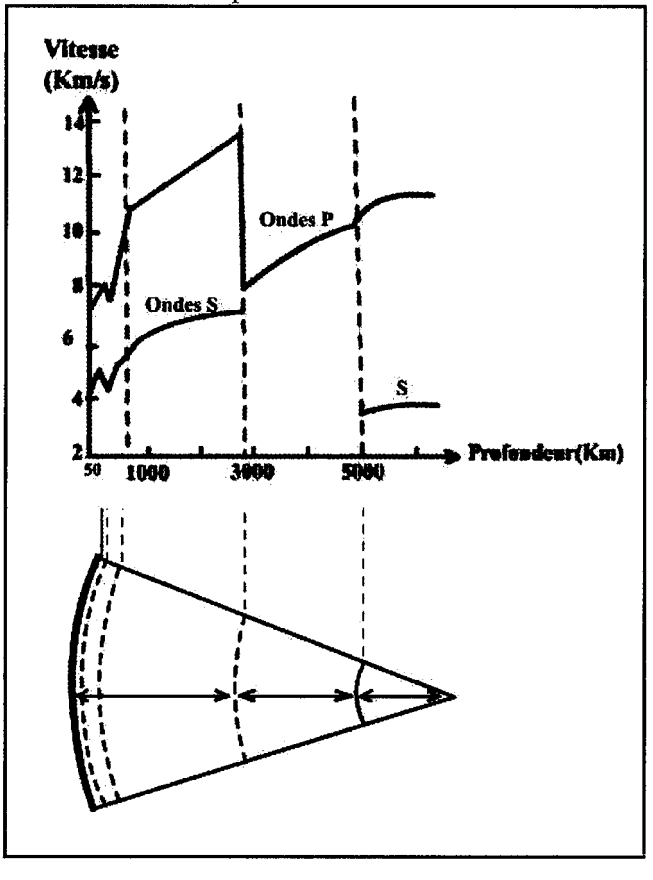
Les ondes sismiques sont enregistrées par des sismographes placés dans des endroits plus ou moins éloignés de plusieurs km de l'épicentre.



On distingue :

- les ondes P ou ondes primaires : ce sont des ondes de compression décompression, capables de se propager dans les solides et les fluides.
- les ondes S ou ondes secondes : ce sont des ondes transversales ou de cisaillement par rapport à la direction de propagation ; ces ondes sont se propagent dans les solides et disparaissent dans les liquides.

- les ondes L ou ondes longues de grandes amplitudes ; elles correspondent à des mouvements de « torsion » du sol et se distinguent par leur grandes amplitudes.
Les ondes L et les ondes S sont les plus destructives.

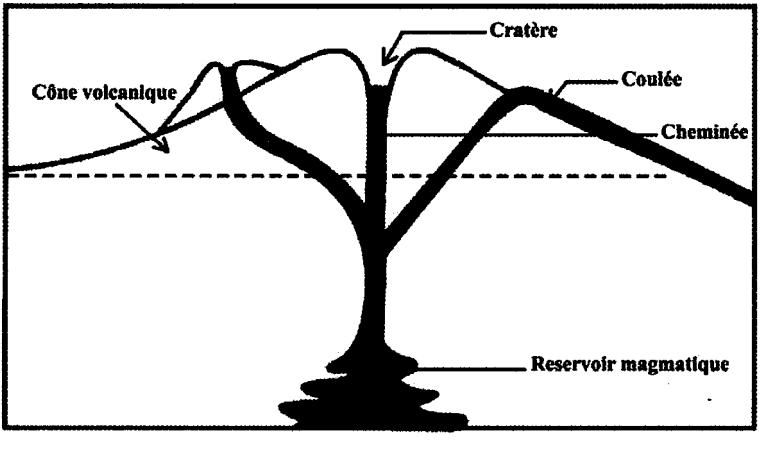


La variation de la vitesse de propagation des ondes sismiques P et S a permis de subdiviser ces couches en sous couches et de mettre en évidence des zones de transition appelées discontinuités indiquant le passage brusque d'une couche à un autre ; au niveau des discontinuités, la vitesse des ondes subit une variation brusque.
- la discontinuité de Mohorovicic, située en moyenne de 10 à 15 Km de profondeur sous le plancher des océans et de 30 à 60 Km sous les continents ; c'est une discontinuité essentiellement chimique qui marque la limite entre les deux couches solides : croûte et manteau supérieur ; ces deux couches constituent ensemble la lithosphère.

- sous la lithosphère (entre 70 et 200 Km de profondeur) les ondes sismiques sont freinées. Ce ralentissement s'explique par la présence d'une couche de matériaux de rigidité moindre, l'asthénosphère.
- au delà de 200 Km, dans le manteau inférieur, l'accélération des ondes se poursuit jusqu'à vers 2900 Km, à ce niveau la discontinuité de Gutenberg marque la limite entre le manteau inférieur solide et le noyau externe fluide (puisqu'il ne permet pas la propagation des ondes S).
- une dernière discontinuité vers 5100 km de profondeur, la discontinuité de Lehmann sépare le noyau externe du noyau interne solide.
NB : Le séisme se produit lorsque le seuil d'élasticité de la roche est dépassé. Sachant que si la température de la roche dépasse 600°C, la roche devient élastique et le seuil de rupture n'est jamais atteint ; c'est ce qui explique l'absence de séismes dans les couches profondes du globe terrestre. On en déduit que les séismes ne se produisent normalement que dans la zone dont la température ne dépasse pas 600°C ce qui correspond à la croûte (partie supérieure de la lithosphère).

Renseignements fournis par l'étude du volcanisme :

Le volcan est une ouverture de la croûte terrestre par laquelle des matériaux provenant des zones profondes arrivent en surface à travers une cheminée, l'ouverture s'appelle cratère.



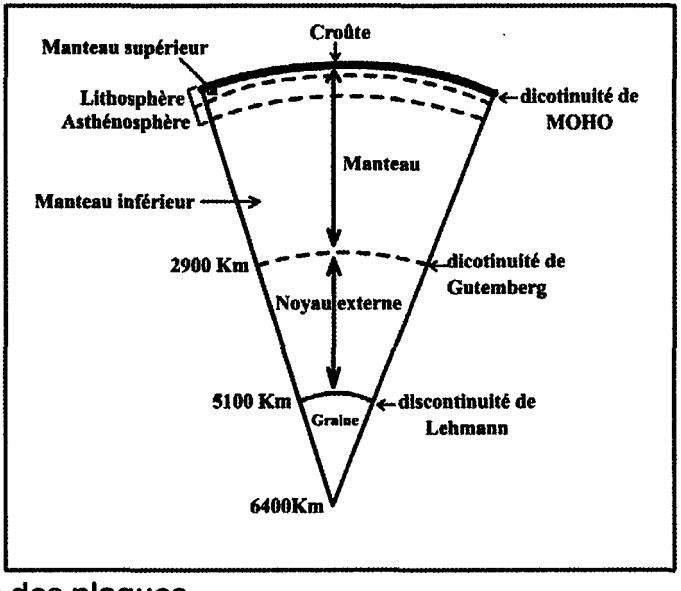
L'éruption volcanique correspond à la montée du magma à la surface du sol. La projection des produits peut être des gaz des liquides ou des solides parfois accompagnée d'explosions violentes.

L'éruption volcanique ramène des matériaux qui témoignent de la composition de la terre en particulier dans les premières 200 km.

* composition de la croûte : la croûte continentale est constituée de granite, la croûte océanique est constituée de basalte.
* composition du manteau : le manteau supérieur est formé de basalte et de péridotites, le manteau inférieur est constitué de péridotites.
* composition du noyau : le noyau externe est constitué de fer, de nickel et de soufre, le noyau interne est fait de fer et de nickel.

couches	Température (en °C)	Composition chimique	densité	Pression en KBar	Propriétés physiques
croûte	0 à 600	Granites dans les continents Basalte dans les océans	2,7 dans les continents 3 dans les océans	1 à 10	Lithosphère couche solide et rigide
Manteau supérieur	900 à 4000	Basalte et péridotites	3,3 à 5,5	10 à 1400	Lithosphère couche solide et rigide
Asthénosphère : manteau supérieur plastique	900 à 4000	péridotites	3,3 à 5,5	10 à 1400	1% liquide 99% solide couche moins rigide avec déplacement de matière
Manteau inférieur	900 à 4000	péridotites	3,5 à 5,5	10 à 1400	Couche rigide
Noyau externe	4000 à 5000	Fer (98%) et nickel	10 à 12	1400 à 3500	Couche liquide
Noyau interne	4000 à 5000	Fer (98%) et nickel	10 à 12	1400 à 3500	Couche solide

Conclusion : L'intérieur du globe terrestre est constitué de couches concentriques de densité croissante de la périphérie vers le centre. Il existe 3 principales couches : la croûte terrestre, le manteau et le noyau.



La tectonique des plaques

Depuis sa formation il y a 4,6 milliards d'années, la terre n'est pas une planète stable et figée ; elle est au contraire en état dynamique. Ce dynamisme se manifeste par des phénomènes géologiques : la sismicité, le volcanisme et le plissement.

Le fondement historique du dynamisme du globe terrestre, se rapporte à la théorie de Wegener sur la dérive des continents.

La théorie de Wegener ou théorie de la dérive des continents :

Wegener, en 1910, frappé par la remarquable ressemblance des profils côtiers de part et d'autre de l'Atlantique, Wegener évoquait une dérive continentale sur une couche fluide, plus dense, sur laquelle flottaient les continents. Selon lui, à l'ère primaire, tous les continents étaient rassemblés en un super continent, la pangée.

Wegener s'est appuyé sur plusieurs arguments :

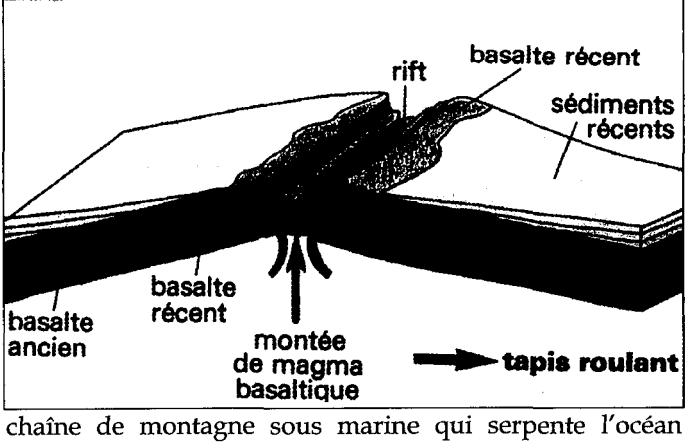
- Arguments géographiques : la complémentarité entre les profil côtiers de l'Afrique et de l'Amérique du sud laissent penser que ces continents étaient emboîtés.
- Arguments paléontologiques : mêmes fossiles animaux terrestre et végétaux ont été retrouvés en Afrique et en Amérique.

- Argument paléo climatique : l'existence de traces de glaciation de part et d'autre de l'atlantique ainsi que des traces d'évaporites qui témoignent d'un climat chaud il y a 250 millions d'années sur divers continents éloignés actuellement.
- argument géologiques : des roches anciennes sont présentes dans le sud du Brésil et dans l'ouest de l'Afrique.

La théorie de la tectonique des plaques :

* la répartition des séismes et des volcans dans le monde montrent qu'ils sont localisés dans des zones actives précises qui délimitent de vastes surfaces tranquilles appelées plaques lithosphériques.
* l'exploration des fonds océaniques a permis de :
- découvrir des dorsales médio océaniques qui sont des chaînes de montagnes sous marines existants dans tous les océans (atlantique, pacifique et indien)
- constater que l'âge de la croûte océanique ne dépasse jamais dans tous les océans 180 millions d'années pourtant, la terre vieille de 4,5 millions d'années a été toujours pourvue d'océans. Ceci implique qu'il y a des océans qui naissent et des océans qui disparaissent

L'expansion océanique. Cas de l'océan atlantique :

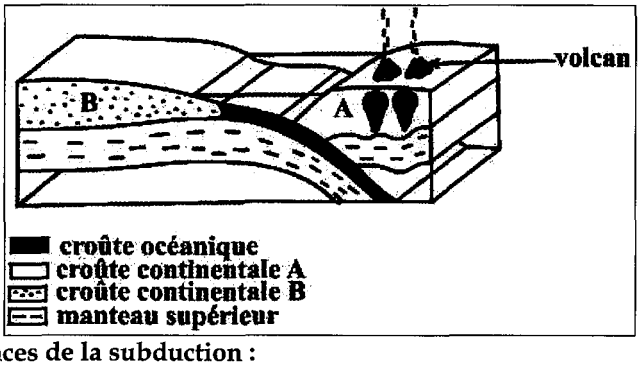


Il existe une chaîne de montagne sous marine qui serpente l'océan Atlantique appelée dorsale médio océanique. C'est une chaîne de montagne de 2 à3 km d'altitude et de 2000 à 3000 km de large. Elle présente le long de son axe une vallé axiale profonde de 1 à 3 km et de largeur 20 à 50 km. Cette vallée est appelée rift qui est le siège d'une activité volcanique et sismique intense.
- Puisque le dorsale et le siége d'une activité volcanique ceci implique qu'au niveau du rift il ya remontée, à partir de l'asthénosphère, de magma basaltique qui se solidifie en surface par refroidissement formant ainsi une croûte océanique nouvelle.

Ce phenomène de création de croûte océanique est appelé accrétion océanique qui est continue dans le temps.
- La croûte océanique la plus récente pousse et écarte la plus ancienne de part et d'autre de la dorsale à la manière d'un double tapis roulant. Ainsi le plancher océanique s'élargit en permanence d'où l'expansion océanique qui a pour conséquence l'écartement des continents.
- Le plancher océanique se recouvre de sédiments sauf au niveau du rift. L'épaisseur des sédiments augmente en allant du rift vers les marges continentales.
NB : Dans l'océan pacifique et indien se produit une expansion océanique comparable à celle de l'océan atlantique.
L'expansion océanique au niveau des dorsales tend à augmenter la surface du globe terrestre ; or on sait que cette surface est constante. L'expansion océanique doit être compensée par une disparition de croûte dans d'autres zones du globe : les zones de subduction.

La subduction :

La subduction a lieu au niveau de certaines zones profondes : les fosses sous marines qui ne sont pas des rifts. Ces zones sont caractérisées par une activité sismique et volcanique intense. On y trouve des foyers sismiques distribués selon une surface oblique de profondeur croissante allant de 500 à 700 km ce qui suggère que la plaque océanique, plus dense plonge sous la plaque continentale et s'enfonce dans l'asthénosphère : c'est la subduction.

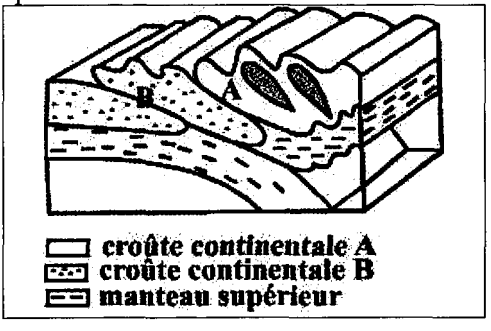


Les conséquences de la subduction :

A la suite d'une subduction, les terrains qui se trouvent en bordure du continent se déforment et se plissent formant des chaînes de montagne côtières. Exemples : les cordillères des Andes qui sont des chaînes de subduction situées en bordure ouest de l'Amérique du sud.
NB : à part la subduction océan - continent décrite précédemment, il existe une subduction océan - océan comme celle des Antilles ou des îles Mariannes

La collision :

Lorsque deux plaques continentales de même densité se rapprochent grâce à la subduction, elles entrent en collision, la zone d'affrontement se caractérise par une activité sismique superficielle.



Conséquences de la collision :

A la suite de la collision, il y a formation de chaînes de montagne.

Exemples :

- l'Himalaya : résultant de la collision de l'Inde et de l'Asie
- la chaîne alpine : résultant de la collision de la plaque africaine et de la plaque eurasiatique.

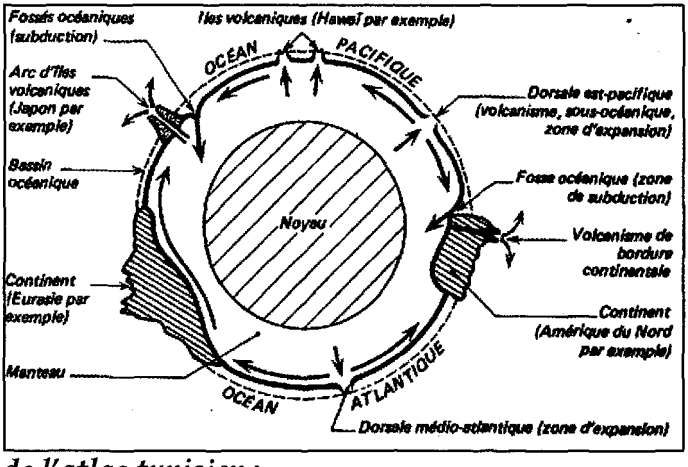
Conclusion :

La lithosphère, qui repose sur l'asthénosphère plus plastique et visqueuse, est découpée en une douzaine de plaques.

Les frontières de plaque sont de trois types :

* frontière de divergence, les dorsales médio océaniques : zones de création de nouvelle lithosphère à partir de matériaux issus de l'asthénosphère
* frontière de convergence, les zones de subduction où la lithosphère d'une plaque océanique plonge sous une plaque continentale et disparaît dans l'asthénosphère.
* les frontières de cisaillement appelées failles transformantes, où deux plaques coulissent l'une par rapport à l'autre.

La création de la lithosphère au niveau au niveau d'une dorsale, s'accompagne d'un déplacement de la lithosphère déjà constituée sur l'asthénosphère. Les plaques sont donc mobiles ; leur vitesse est de quelques centimètres par an. Les continents portés par certaines plaques sont entraînés passivement comme l'avait pensé Wegener.



L'orogenèse de l'atlas tunisien :

L'Atlas tunisien appartient au grand ensemble structural des chaînes alpines qui s'étendent sur toute l'Afrique du nord (chaîne maghrébine), le sud de l'Europe (alpes pyrrénée, balcans, ...) et se poursuivent jusqu'en Asie.

Les structures atlasiques sont orientées NE-SW ; ceci suggère que ces structures sont formées à la suite d'une compression perpendiculaire à l'orientation de ces structures.

L'orogenèse de l'atlas tunisien résulte de la collision des deux plaques africaine et eurasiatique.

* au jurassique, il y a 200 millions d'années, il n'existe à la surface du globe qu'un seul continent, la Pangée, entouré d'un vaste océan la thétys.

Il y a 180 millions d'années :

- fissuration de la Pangée en deux grands continents, la Laurasia et le Gondwana qui se séparent par la thétys.
- ouverture de l'océan Atlantique.

* du crétacé inférieur jusqu'au quaternaire, l'ouverture de l'océan atlantique par le mécanisme de l'accrétion océanique se poursuit ; ce qui entraîne d'une part l'écartement progressif de l'Afrique et de l'Amérique et d'autre part le rapprochement de l'Afrique et de l'Eurasie grâce à deux mouvement progressif du continent africain : translation et rotation NE ; les conséquences de ces mouvements est la subduction de la plaque africaine sous la plaque eurasiatique. Il en résulte :

- la fermeture du thétys dont les restes forment la mer méditerranée
- la collision entre la plaque africaine et la plaque eurasiatique (toutefois, la subduction se poursuit au niveau de la Sicile). Une importante chaîne de montagne se forme dans le sud de l'Europe : les alpes et dans le nord de l'Afrique : l'atlas.

Exercices

EXERCICE 1

Définissez les mots ou expressions suivants :

Séisme, rift, ZFV, hypocentre, épicentre, ondes sismiques, croûte terrestre continentale, lithosphère, asthénosphère, éruption volcanique, roches volcaniques, plancher océanique, dorsale océanique, accrétion, expansion, subduction,

EXERCICE 2

Repérez pour chaque item la (ou les) affirmation (s) correcte(s)

1) La croûte océanique est :

a- plus épaisse que la croûte continentale
b- moins épaisse que la croûte continentale
c- de nature basaltique
d- de nature granitique

2) La discontinuité de Moho se situe entre :

a- la lithosphère et l'asthénosphère
b- l'écorce et le manteau supérieur
c- le manteau inférieur et le noyau externe
d- le noyau externe et noyau interne

3) Les couches principales du globe terrestre sont de l'extérieur vers l'intérieur :

a- le noyau externe-le manteau-la croûte-la graine
b- la croûte-le manteau-le noyau externe-la graine
c- la graine-le noyau externe-la croûte-le manteau
d- la graine-le noyau externe-le manteau- la croûte

4) Les ondes S :

a- ont une vitesse constante à travers les couches terrestres
b- ont une vitesse variable
c- disparaissent à partir de 2900Km de profondeur
d- traversent les solides et les fluides

5) La dorsale océanique est une zone :

a- de création permanente de lithosphère
b- de disparition permanente de lithosphère
c- chaude de la lithosphère
d- à activité volcanique intense

6) L'accrétion correspond à :

a- l'accumulation progressive de sédiments qui augmentent l'épaisseur du plancher océanique
b- la fusion partielle du manteau
c- la création de nouvelle croûte océanique par refroidissent du magma
d- l'enfoncement du plancher océanique dans l'asthénosphère

7) Les chaînes de montagnes qui résultent d'une collision sont :

a- l'Atlas Tunisien
b- la cordillère des Andes
c- l'Himalaya
d- les Alpes

8) La subduction :

a- est un enfoncement vertical de lithosphère dans l'asthénosphère moins dense.
b- provoque une fusion rapide de la plaque plongeante qui perd toute rigidité à partir de 200 à 300 Km.
c- entraîne des séismes dont les foyers sont de plus en plus profonds sous le continent.
d- entraîne des séismes dont la plupart des foyers sont superficiels.

EXERCICE 3

Repérez les affirmations correctes et corriger celles qui sont inexactes. La réponse sera présentée sous la forme du tableau suivant

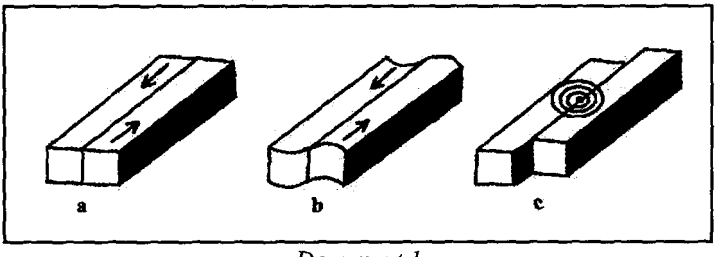
N°des affirmations justes	N°des affirmations fausses et correction

1) La terre est formée de couches concentriques de densité constante de la périphérie vers le centre
2) L'épicentre d'un séisme est le lieu du globe où s'est produite la rupture des roches, responsables du séisme
3) Les ondes P et S traversent la totalité des couches profondes du globe terrestre
4) Une onde sismique se ralentit lorsque la densité du milieu traversée augmente
5) Les matériaux du noyau interne sont soumis à des pressions énormes et se comportent comme des solides.
6) La radioactivité naturelle des roches profondes est très faible, elle joue un rôle négligeable de la production d'énergie interne
7) La limite entre la lithosphère et l'asthénosphère correspond à une modification brutale de la composition des roches
8) L'expansion du plancher océanique se réalise à une vitesse très inégale de part et d'autre du rift
9) Les frontières de plaques sont des zones calmes
10) Les limites de plaques sont les mêmes que celles des continents
11) Au niveau des zones de subduction, il y a des séismes et des volcanismes associés
12) Le plancher océanique est fracturé et étiré au niveau du rift
13) Les sédiments du plancher océanique sont de plus en plus épais depuis la dorsale jusqu'à la marge continentale.
14) Plus on est loin de la dorsale, plus le plancher océanique est vieux
15) Au niveau de zones de subduction ; la plaque plongeante est de nature granitique

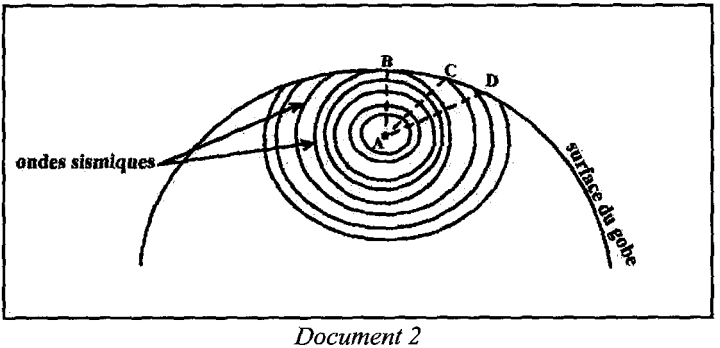
16) L'activité sismique de la planète est essentiellement localisée aux frontières des plaques.

EXERCICE 4

Un séisme prend naissance suite à une fracture puis à un déplacement de deux blocs, comme le montrent les schémas a, b et c du document 1 :



Document 1



Document 2

a : contraintes agissant sur les roches.

b : déformation des deux blocs

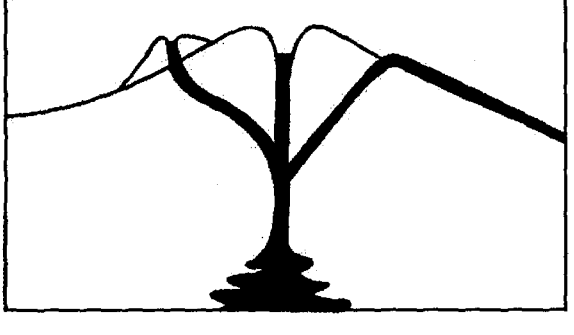
c : fracture et déplacement

1) Identifiez l'épicentre et l'hypocentre à partir du schéma du doc 2.
2) Comparez l'intensité du séisme dans les stations B, C et D. Justifiez la réponse.
3) Expliquez l'origine des ondes sismiques en se basant sur le document 1

EXERCICE 5

Le document ci-contre représente schématiquement un volcan.

1) Indiquez en bonne place les légendes suivantes : cône volcanique, cheminée, coulée, cratère, magma, réservoir magnétique

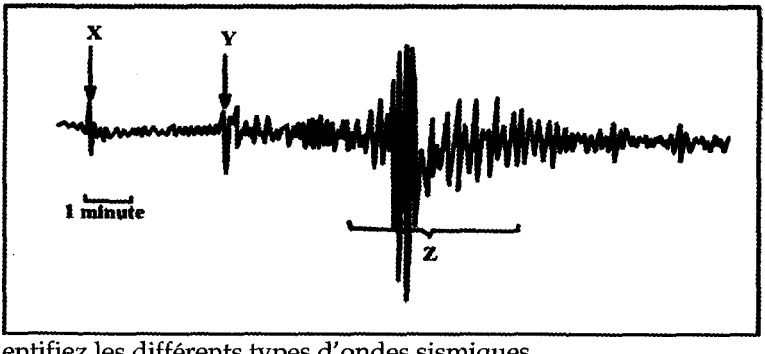


2) Précisez la signification des termes suivants : magma et lave.

3) La température du basalte à la surface du sol est de l'ordre de 1200°C. Exploitez cette information et vos connaissances pour expliquer l'origine de l'énergie interne du globe terrestre.

EXERCICE 6

Le document suivant représente un sismogramme enregistré lors d'un séisme en une station situé à 2200 Km de l'épicentre.



1) Identifiez les différents types d'ondes sismiques.
2) Déterminez le temps qui sépare l'arrivée des deux premières ondes. Expliquez votre méthode.
3) Sachant que la première onde est détectée 4mn 10 s après le début du séisme, déterminez la vitesse de chaque onde. Comparez les différentes vitesses.

EXERCICE 7

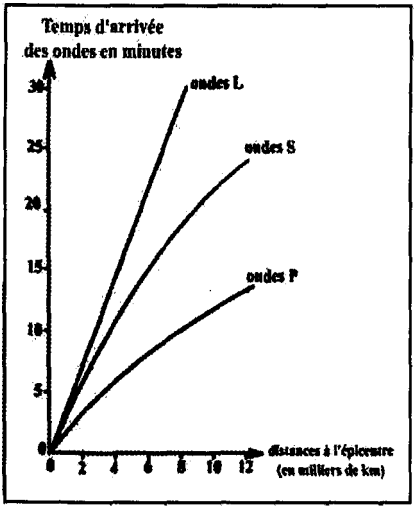
Les courbes de l'hodographe ci-contre traduisent la variation du temps d'arrivée des ondes en fonction de la distance séparant l'épicentre des stations d'enregistrements.

1) Calculez la valeur de la vitesse des ondes L correspondant aux distances $d_1=2\ 10^3$ Km et $d_2=6\ 10^3$ Km. Que peut-on déduire ?

- En faisant appel à vos connaissances, quels renseignements peut-on tirer sur la structure du globe terrestre ?

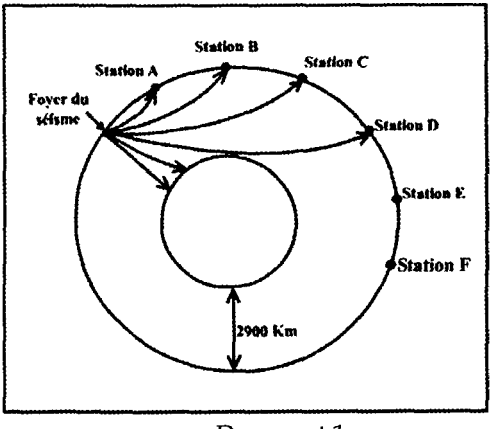
2) Calculez les vitesses moyennes des ondes Pet S correspondant aux distances $d_1=2\ 10^3$ Km et $d_2=6\ 10^3$ Km.

Interprétez ces résultats et concluez.



EXERCICE 8

Des ondes S émises par un séisme sont enregistrées dans différentes stations du globe, comme le montre le document 1.



Document 1

- Les vitesses moyennes de propagation des ondes S dans les différentes stations sont indiquées dans le tableau suivant :

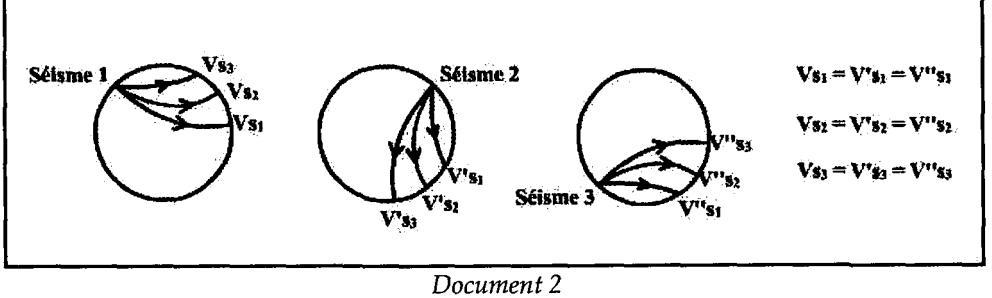
Station	A	B	C	D	E	F
Vitesse de l'onde S en Km/s	2,5	5	5,5	6	0	0

1) a- Quelles sont les stations qui ont recueilli les ondes S ?

b- Que pouvez-vous déduire de la comparaison des vitesses de propagation des ondes recueillies dans les stations de A à D.

c- En vous basant sur vos connaissances, expliquez la disparition des ondes S au niveau des autres stations.

2) Des mesures identiques de vitesse d'ondes S émises par 3 séismes artificiels identiques provoqués en des points différents du globe terrestre, sont présentées sur le document 2.



Document 2

Analysez ces résultats et faites en des déductions.

EXERCICE 9

Les tableaux suivants présentent la variation de la vitesse des ondes S mesurée, en laboratoire, à l'intérieur de différents matériaux traversés.

propiétés \ roches			granite	gabbro	basalte	péridodide	calcaire
Masse volumique			2,5 - 2,8	2,9- 3,1	2,2 - 3	3,3 - 3,6	2,5 - 2,7
Vitesse des ondes (Km/s)	Sous pression d'1 atm	P	5,3	6,5	5,6	7	2,8
		S	2,3	3,5	3	4	1,1
	Sous pression de 4 000atm	P	6,3	7,1	-	7,8	6,4
		S	3,6	3,8	-	4,5	3

	Vitesse des ondes	
Dans un milieu	grande	petite
	rigide	Fluide
	Dense (forte masse volumique)	Peu dense
	Fortement comprimé	Non soumis à forte pression
	A faible température	A forte température

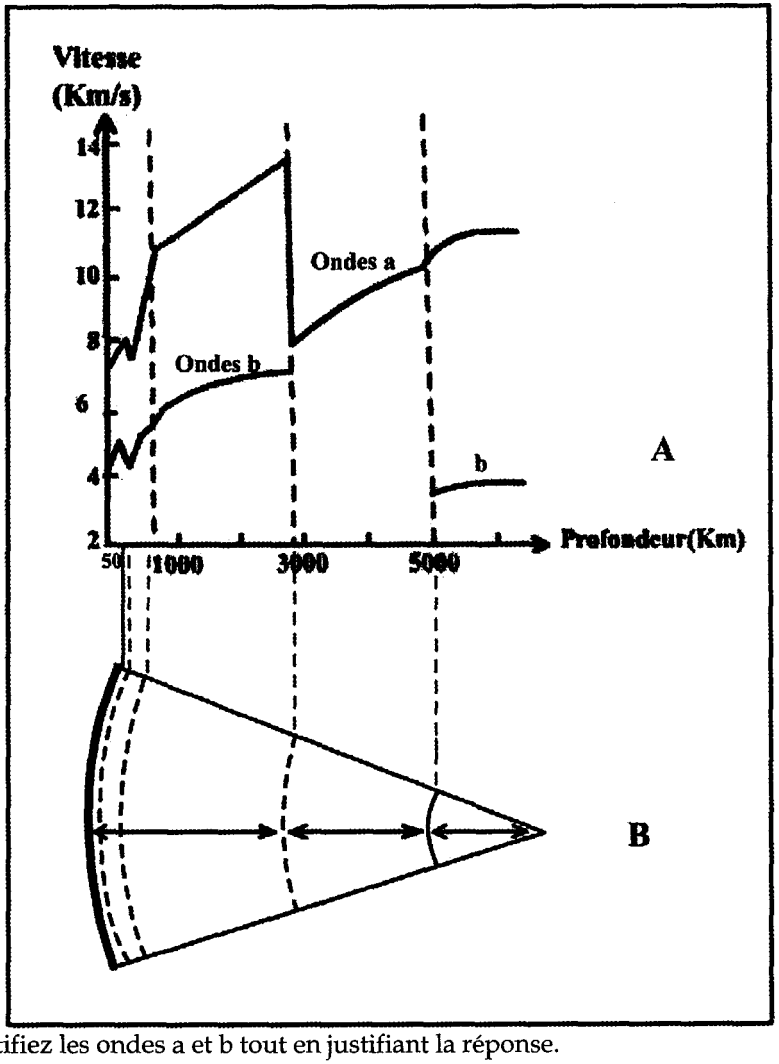
Matériaux	Vitesse moyenne de propagation des ondes S (Km.s)
Argiles	2,2
Micaschiste	2,4 à 3,2
Granite	2,4 à 3,2
Basalte	3,5 à 4
Péridotite	4,5 à 7,8
Roche ou métal liquide	Les ondes S ne se propagent pas

1) Expliquez ces données pour précisez les facteurs de variation des ondes P et S .

2) Sachant que la densité moyenne de la terre est 5,51 et que celles des roches de surface est de 2,5 à 2,3 que peut-on déduire à propos de la densité des roches des profondeurs du globe.

EXERCICE 10

La partie A du document suivant montre la variation de la vitesse des ondes de volume en fonction de la profondeur du globe terrestre. La partie B est un secteur angulaire du globe terrestre.



1/ a- Identifiez les ondes a et b tout en justifiant la réponse.

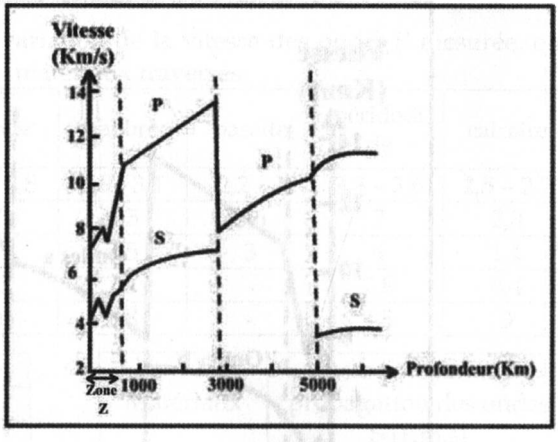
b- Un troisième type d'ondes sismiques ne figure pas dans la partie A, de quelle type d'ondes s'agit-il ? Justifiez son absence.

c- Expliquez les variations brusques de la vitesse des ondes a et b en fonction de la profondeur.

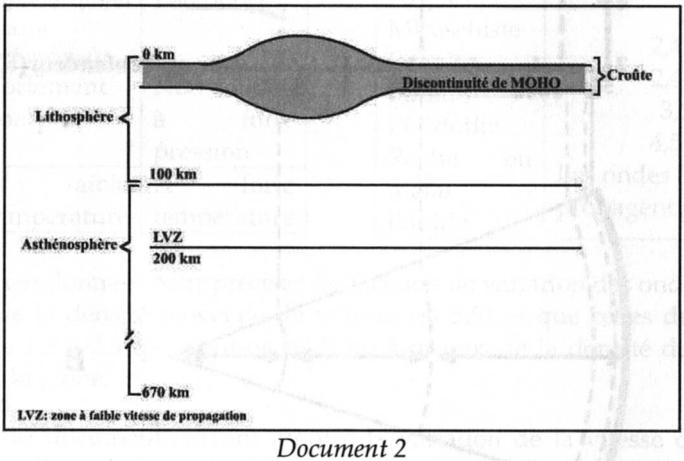
2/ Exploitez les informations tirées de la partie A et vos connaissances pour compléter le schéma (B) de la portion du globe.

EXERCICE 11

Des études sismiques ont précisé la variation de la vitesse des ondes sismiques P et S en fonction de la profondeur du globe.
Les tracés du document1 illustrent cette variation.
Le document 2 précise la structure de la zone Z, partie superficielle du globe terrestre (voir document 1)



Document 1



Document 2

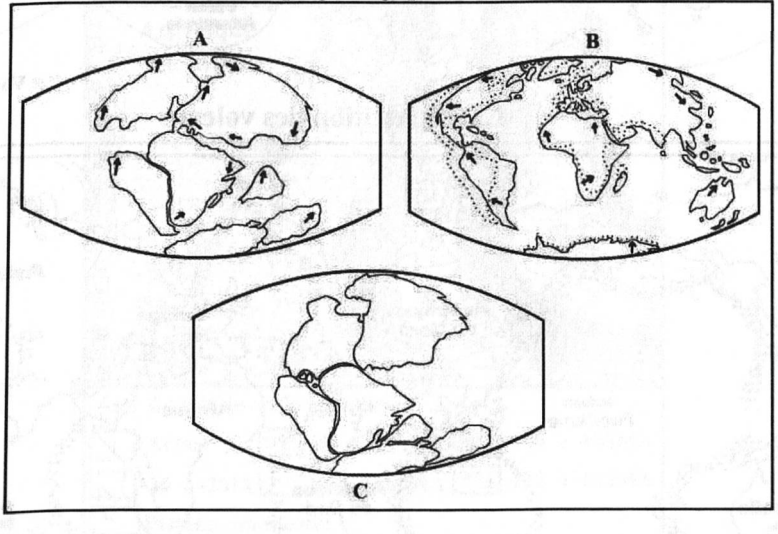
En vous aidant du document 2 et de vos connaissances, étudiez la variation de la vitesse des ondes P et S en fonction de la profondeur pour préciser les différentes discontinuités ainsi que les propriétés des différentes couches du globe terrestre

EXERCICE 12

Alfred Wegener est le premier à présenter l'hypothèse de la dérive des continents de manière cohérente et argumentés. Le document suivant illustre le texte de Wegener retrouvé dans son journal de voyage en 1910.

Wegener en 1910, frappé par la remarquable ressemblance des profils côtiers de part et d'autre de l'atlantique, conçut pour la première fois l'idée d'un déplacement latéral des continents. Cette idée parut d'abord douteuse, mais, l'année suivante, il tomba sur un article de paléontologie qui donnait des arguments en faveur d'un pont terrestre ayant jadis relié le brésil et l'Afrique.
Selon Wegener, un énorme super continent dénommé par lui-même PANGAEA (du grec terre unique) aurait dérivé dés le Mésozoïque (il y a 250 millions d'années jusqu'à nos jours), et ces morceaux constitutifs se seraient progressivement détachés les uns des autres.

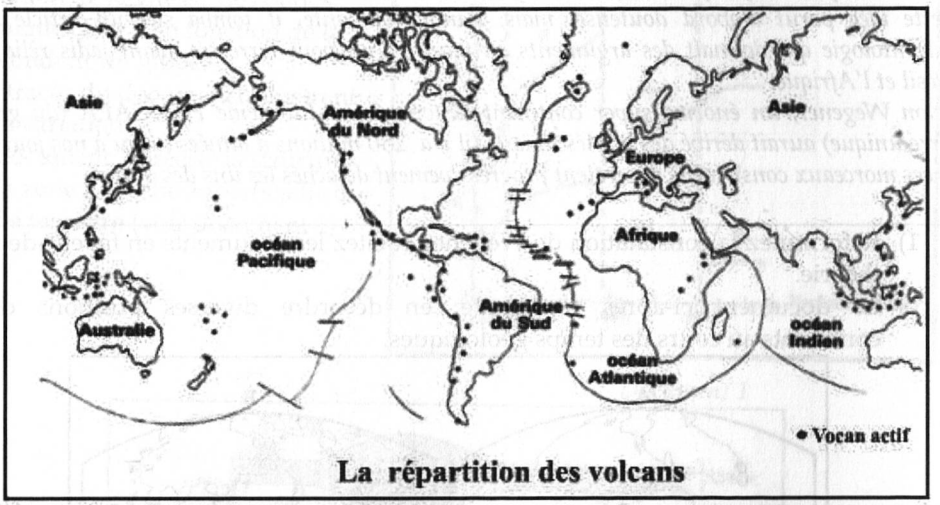
1) Reformulez la constatation de Wegener et citez les arguments en faveur de sa théorie.
2) Le document ci-après représente, en désordre diverses positions des continents au cours des temps géologiques.



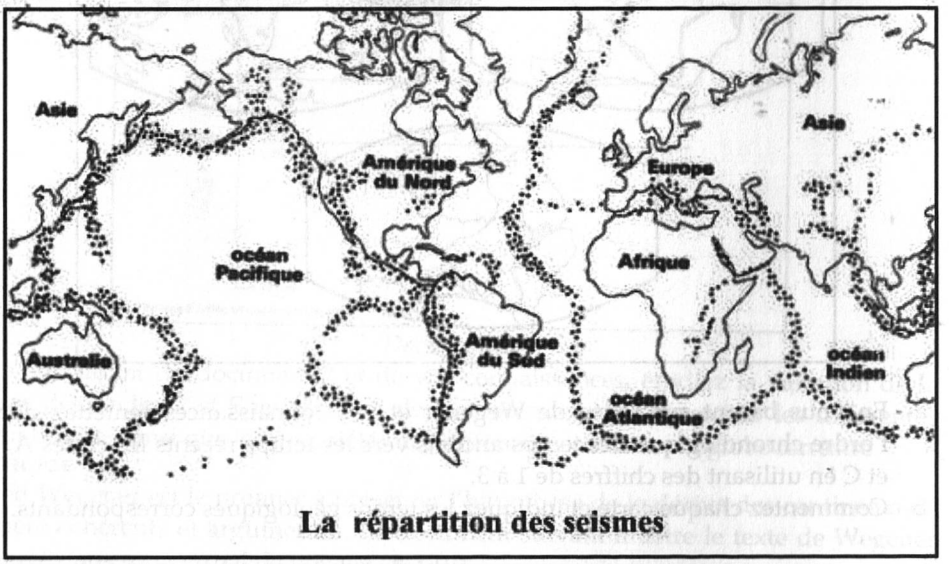
a- En vous basant sur l'idée de Wegener et vos connaissances remettez dans l'ordre chronologique des temps anciens vers les temps récents les cartes A, B et C en utilisant des chiffres de 1 à 3.
b- Commentez chaque carte et indiquez les temps géologiques correspondants.

EXERCICE 13

Les cartes suivantes montrent la répartition des volcans et des séismes dans monde.



La répartition des volcans

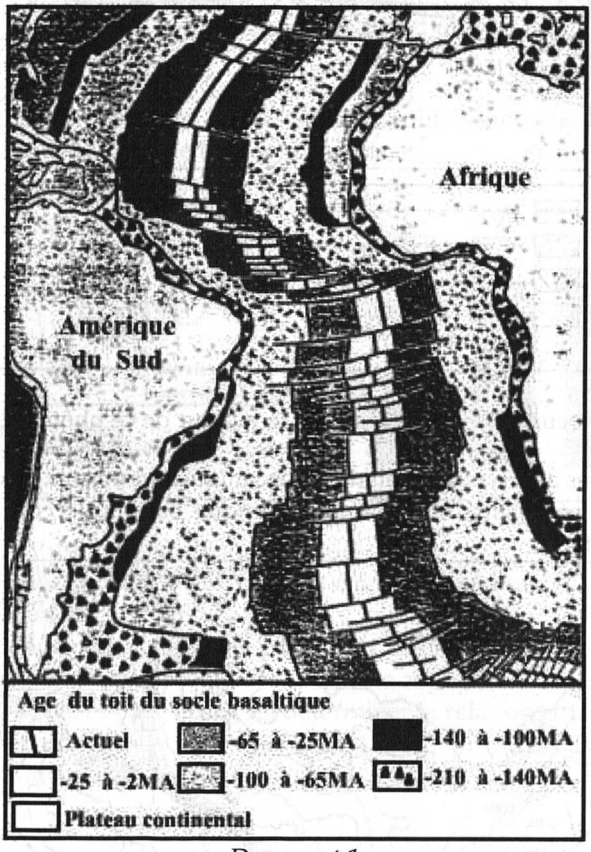


La répartition des seismes

1) Quelle constatation pouvez-vous faire de la superposition de ces 2 cartes.
2) Enoncez la théorie à laquelle les géologues ont aboutit à partir de cette constatation.

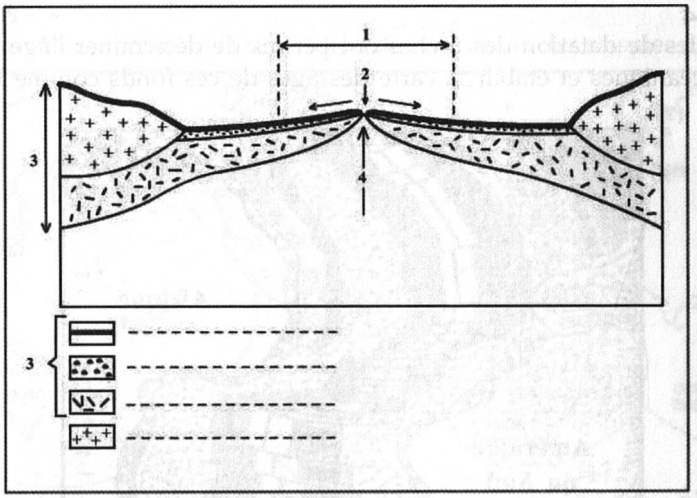
EXERCICE 14

Des techniques de datation des roches ont permis de déterminer l'âge des basaltes des fonds océaniques et établir la carte des âges de ces fonds comme le montre le document 1



Document 1

1) Comparez les âges du basalte de part et d'autre du rift.
2) Précisez le phénomène tectonique mis en jeu afin d'expliquez cette disposition ?
3) Déterminez l'âge maximum (le plus ancien) des basaltes dans l'océan Atlantique.
4) Sachant que certaines roches continentales ont un âge de 3,8 milliards d'années, comparez l'âge de l'océan à celui des continents qui le bordent.
5) Le document 2 représente une coupe du fond océanique au niveau de la dorsale médio atlantique.

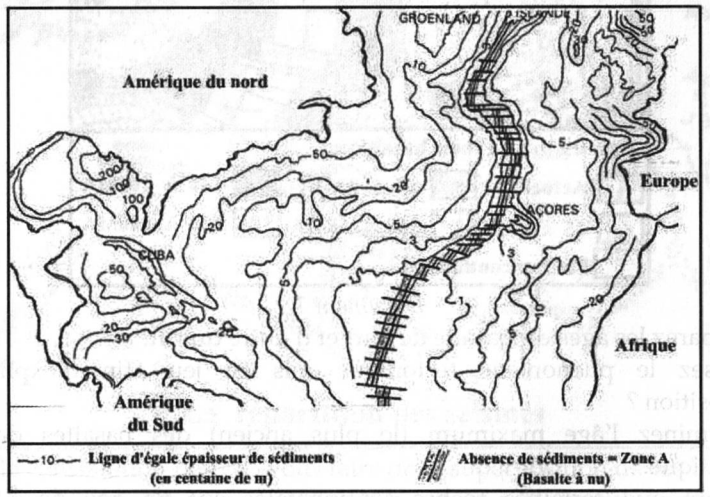


Document 2

Légendez ce document et y représentez le moteur de ce phénomène tectonique.

Exercice 15

Des forages réalisés au niveau du plancher océanique ont permis de dresser une carte de la couverture sédimentaire du fond océanique basaltique comme le montre le document suivant :



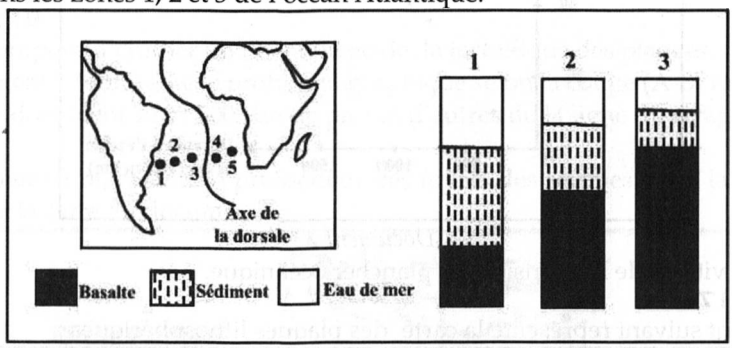
1) a- Donnez le nom de l'océan exploré.

b- Indiquez dans quelle zone se trouve la dorsale océanique, justifiez cette localisation à partir du document 1.

2) Quelle(s) information(s) pouvez-vous tirer de l'analyse de cette carte ? Déduisez la localisation du basalte le plus ancien.
3) Expliquez le phénomène géologique qui se manifeste dans la zone A en précisant le moteur de ce phénomène et ses conséquences.
4) Suite à ce phénomène tectonique, se produit-il une modification de la surface du globe terrestre ? Justifiez.

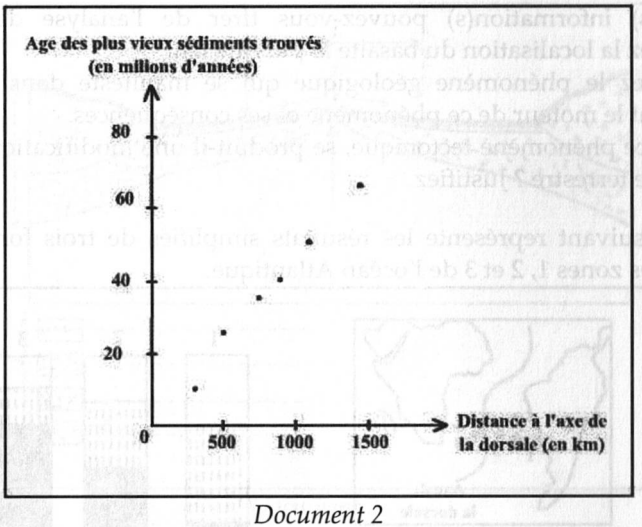
EXERCICE 16

Le document suivant représente les résultats simplifiés de trois forages profonds réalisés dans les zones 1, 2 et 3 de l'océan Atlantique.



Document 1

1) Précisez la nature du plancher océanique.
2) Expliquez pourquoi dans la zone 3, la couche de sédiments est moins épaisse que dans la zone1.
3) Comparez l'âge du basalte dans les forages réalisés dans la zone 1 et la zone 3.
4) Dessinez la colonne du forage réalisé dans la zone 4 et la zone 5. Justifiez.
5) Des études précises ont permis de déterminer la relation entre l'âge du basalte du plancher océanique et la distance à l'axe de la dorsale. Les résultats figurent sur le document 2 :

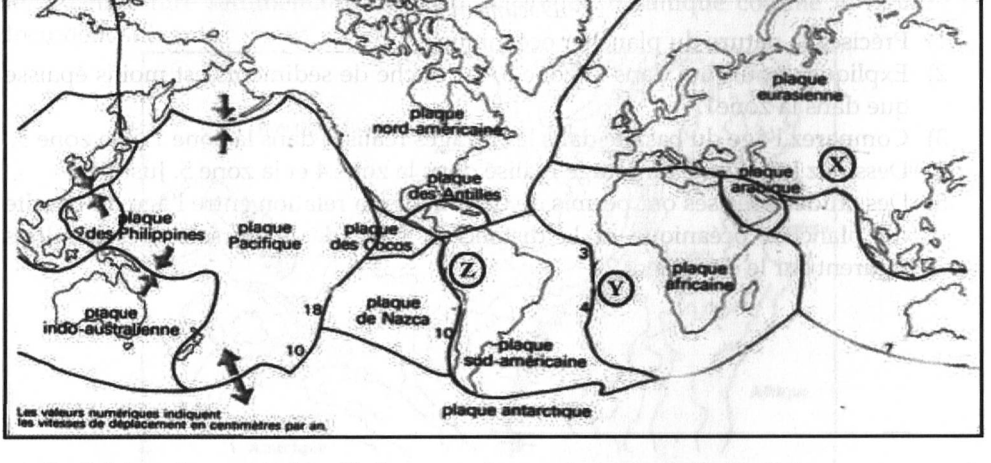


Document 2

Calculez la vitesse de l'expansion du plancher océanique.

EXERCICE 17

Le document suivant représente la carte des plaques lithosphériques :



1) Schématisez par des flèches au niveau des zones X, Y, Z les mouvements relatifs de ces plaques.
2) Justifiez l'appellation de zones géologiquement actives attribuée aux limites des plaques.
3) Précisez, en justifiant la réponse, le phénomène tectonique dans chacune des zones X, Y et Z.

Exercice 18

Classez les mots ou expressions suivants dans le tableau ci-dessous :

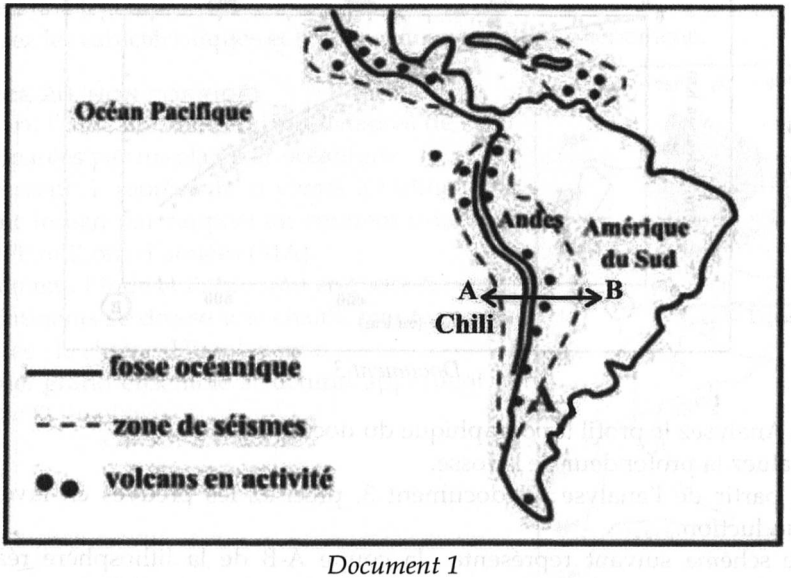
Plaque plongeante - magma basaltique - séismes profonds - éloignement des continents - fusion des matériaux de la lithosphère - séismes peu profonds - rapprochements des plaques - plan de Benioff – rift - élargissement du fond océanique - la mort de l'océan - volcan explosif.

Expansion océanique	Subduction

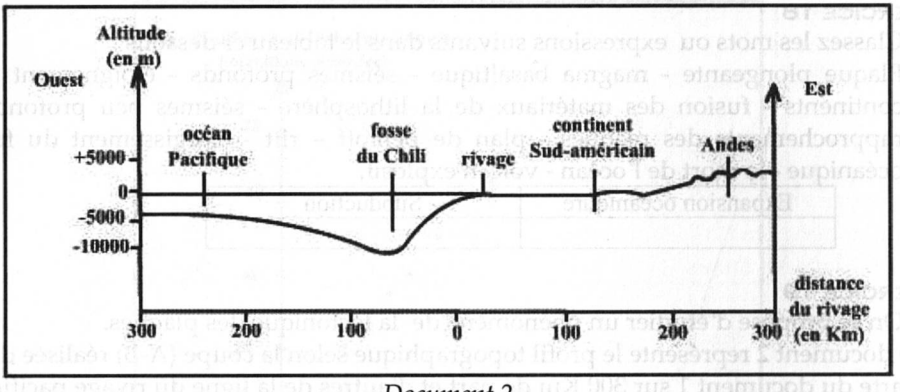
Exercice 19

On se propose d'étudier un phénomène de la tectonique des plaques.

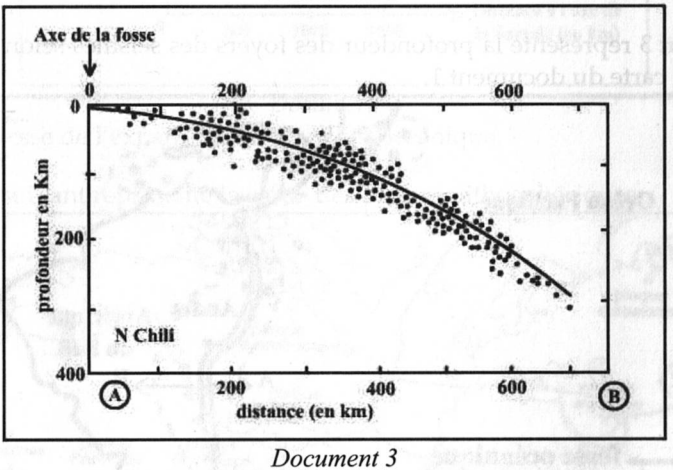
- Le document 2 représente le profil topographique selon la coupe (A-B) réalisée dans la carte du document 1 sur 300 Km de part et d'autres de la ligne du rivage pacifique du chili.
- Le document 3 représente la profondeur des foyers des séismes selon la coupe A-B repérée sur la carte du document 1



Document 1

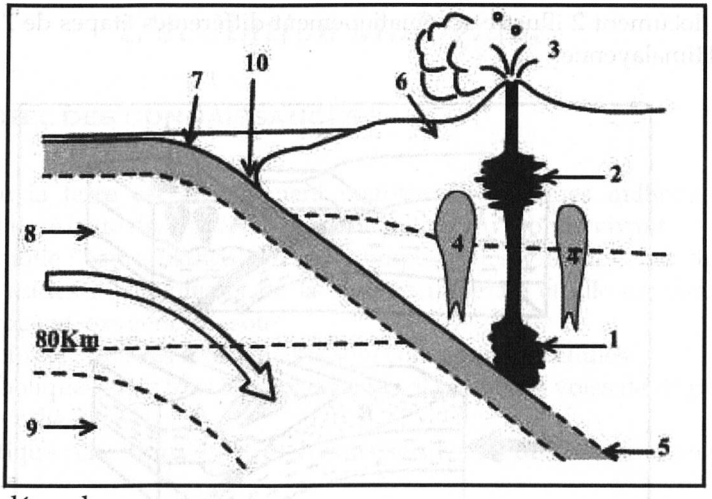


Document 2



Document 3

1) a- Analysez le profil topographique du document 2
b- Evaluez la profondeur de la fosse.
2) À partir de l'analyse du document 3, précisez les preuves en faveur de la subduction.
3) Le schéma suivant représente la coupe A-B de la lithosphère réalisée en bordure ouest de l'Amérique du sud, prés de la fosse de Chili

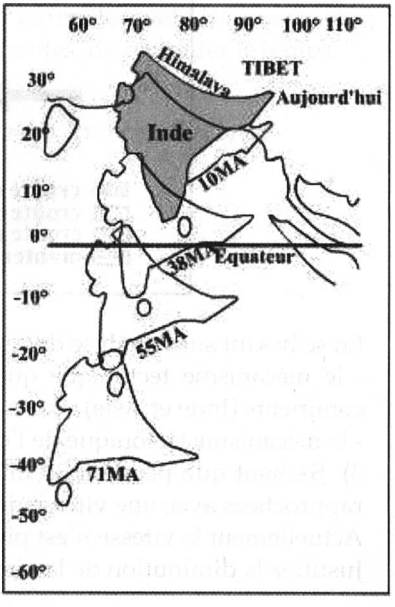


a- Mettez une légende.
b- Précisez les caractéristiques et les conséquences de ce phénomène.

EXERCICE 20 (NON CORRIGÉ)

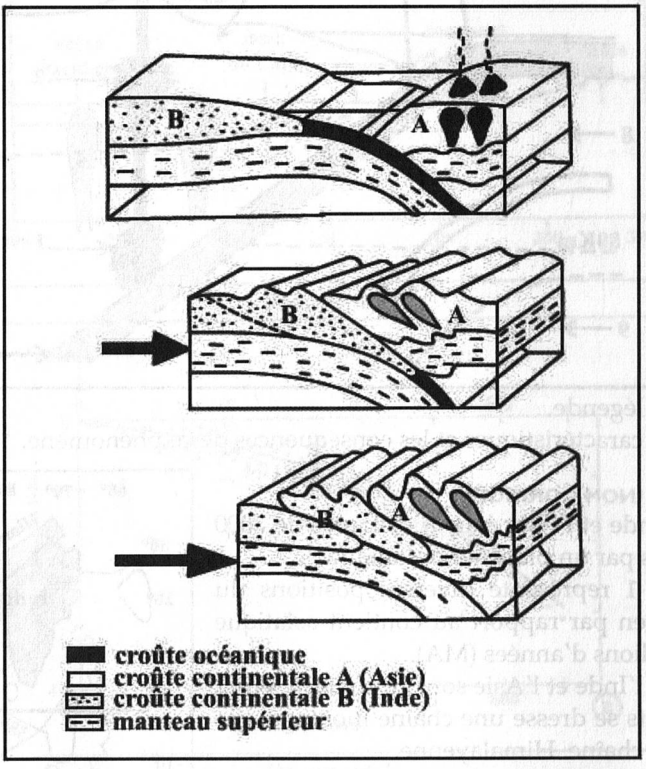
Au départ, l'Inde et l'Asie étaient distantes de 7000 km et séparées par un plancher océanique.
Le document 1 représente diverses positions du continent indien par rapport au contient asiatique depuis 70 millions d'années (MA).
Actuellement, l'Inde et l'Asie sont en contact : entre ces 2 continents se dresse une chaîne montagneuse très élevée : la chaîne Himalayenne.

1) A quel grand ensemble structural appartient la chaîne de l'Himalaya



Document 1

2) Le document 2 illustre schématiquement différentes étapes de l'orogenèse de la chaîne Himalayenne.



En se basant sur l'analyse de ces informations et sur vos connaissances, évoquez :
- le mécanisme tectonique qui a contribué à la disparition de l'océan entre les 2 continents (Inde et Asie)
- le mécanisme tectonique de l'orogenèse de l'Himalaya

3) Sachant que pendant 30 millions d'années, ces 2 plaques (Indes et Asie) se sont rapprochées avec une vitesse de 10 cm/an.
Actuellement la vitesse n'est plus que de 5 cm/an.
Justifiez la diminution de la vitesse au cours de ce rapprochement.

L'évolution biologique

L'ESSENTIEL DES CONNAISSANCES :

La surface de la terre est actuellement peuplée de quelques millions d'espèces différentes. Malgré cette diversité, il existe une unicité du monde vivant :
- unicité chimique : toute matière vivante comporte des glucides, des lipides, des protides, des acides nucléiques et de la matière minérale et elle est constituée de carbone, hydrogène, oxygène et azote.
- unicité structurale : tous les êtres vivants sont constitués de cellules.
- unicité métabolique : chez tous les êtres vivants, il existe des voies de dégradation et des voies de synthèse.
- unicité génétique : chez tous les êtres vivants, le support de l'information génétique est l'ADN.

D'où l'idée d'évolution des êtres vivants à partir d'une même espèce originelle appelée ancêtre commun.
Plusieurs arguments sont en faveur de cette théorie, parmi lesquels les arguments paléontologiques qui permettent, grâce à l'étude des fossiles, de remonter le temps.

Les preuves paléontologiques de l'évolution

Succession des grands groupes d'êtres vivants au cours des temps géologiques

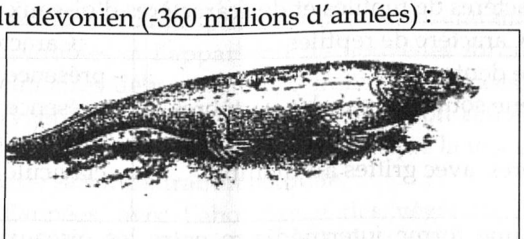
Âge absolu en millions d'années	Périodes		Événements biologiques
1,8	ÈRE QUATERNAIRE		
	ÈRE TERTIAIRE	Pliocène	• Apparition des hominidés (−3)
		Miocène	
50		Oligocène	• Épanouissement des mammifères
		Éocène	
65			• Extinction de nombreux reptiles
100	ÈRE SECONDAIRE	Crétacé	
150		Jurassique	• Premiers oiseaux (−150)
200		Trias	• Premiers mammifères (−200)
245			
250	ÈRE PRIMAIRE	Permien	
300		Carbonifère	• Premiers reptiles (−300)
350			• Premiers amphibiens (−350)
		Dévonien	
400		Silurien	• Premières plantes vasculaires terrestres
450		Ordovicien	• Premiers poissons (−450)
500			• Premiers végétaux terrestres
530		Cambrien	
550	PRÉCAMBRIEN		• Invertébrés à coquilles (−550)
600			
650			• Premiers invertébrés à corps mou (−670)
700			
1 000			
1 500			• Premières cellules eucaryotes
2 000			• Début d'atmosphère oxygénée
2 500			
3 000			• Premières cellules procaryotes photosynthétiques
3 500			• Apparition des procaryotes anaérobies
4 600	NAISSANCE DE LA TERRE		

* La terre est née il y a 4600 millions d'années
* La vie est apparue il y a 3 500 millions d'années.
* Les formes vivantes sont apparues les une après les autres
* La vie a évoluée du plus simple au plus compliqué
  - les procaryotes sont apparus avant les eucaryotes
  - les unicellulaires avant les pluricellulaires
  - les invertébrés avant les vertébrés
* la vie a commencé dans l'eau puis les êtres vivants ont envahi progressivement le milieu terrestre. En effet, les formes aquatiques sont apparues avant les formes terrestres.
* Concernant les vertébrés, les poissons (formes aquatiques) sont apparus les premiers, ils sont suivis par les batraciens (amphibiens), puis les reptiles, les mammifères et les oiseaux (formes terrestres).

Conclusion : l'apparition de la vie a été accompagnée par une diversification des formes vivantes et par une complexification des structures et des fonctions.

Les formes intermédiaires :

Ichtyostéga : fossile du dévonien (-360 millions d'années) :



Il mesure 1 mètre de long et il présente des caractères de poissons et des caractères de tétrapodes terrestres

Caractères de poissons	Caractères de tétrapodes terrestres
- forme globale - nageoire caudale - ligne latérale	- pattes disposées latéralement - présence de poumons

Ichtyostéga est considéré comme l'ancêtre des tétrapodes terrestres.

Etant donné que les premiers tétrapodes apparus après Ichtyostéga sont des amphibiens (- 350 millions d'années), on pense qu'Ichtyostéga est une forme de transition ou forme intermédiaire entre les poissons et les amphibiens.

Archéoptéryx : fossile du jurassique (- 150 millions d'années)

Il présente des caractères de reptiles et des caractères d'oiseaux

Caractère de reptiles	Caractères d'oiseaux
- présence de dents - longue queue soutenue par des vertèbres soudées - 3 doigts libres avec griffes au membre antérieur.	- présence de bec - présence de plumes - membre antérieur : aile - clavicule en fourchette

Archéoptéryx est une forme intermédiaire entre les oiseaux et les reptiles. Il est considéré comme l'ancêtre probable des oiseaux

Dimetrodon : fossile du permien inférieur, il y a 270 millions d'années.

Le corps est couvert d'écailles, il a des membres courts et une haute crête qui forme une sorte de voile. Il semble que cet animal utilisait ce voile pour régulariser la température du corps et ceci en orientant différemment ce voile par rapport au soleil et au vent.

On pense que Dimetrodon est un reptile qui ressemble aux mammifères d'où l'idée de filiation entre ces deux groupes de vertébrés. Puisque les reptiles sont apparus avant les mammifères, Dimetrodon est considéré comme l'ancêtre possible des mammifères.

Conclusion :

Les formes intermédiaires témoignent d'une filiation (lien de parenté) entre les classes successives des vertébrés (poissons et amphibiens, reptiles et oiseaux, reptiles et mammifères) et permettent de conclure que les différentes formes de vertébrés dérivent les unes des autres par transformation graduelle de leur organisation

Relation entre l'évolution biologique et l'évolution géologique :

Rapport entre l'évolution de l'atmosphère et l'évolution biologique :

* Après sa formation il y a 4600 millions d'années, la terre subit des dégazages importants qui sont à l'origine de l'atmosphère primitive ; celle-ci était composée d'un mélange de gaz réducteurs : vapeur d'eau, hydrogène, méthane, monoxyde de carbone, ammoniac, azote, hydrogène sulfuré,...

* Vers 3500 millions d'années, apparaissent les premières cellules procaryotes anaérobies et hétérotrophes qui tirent leur énergie de la fermentation des molécules organiques présents dans l'océan primitif.

* Vers 3200 millions d'années, apparaissent les premières bactéries photosynthétiques anaérobies qui utilisent l'hydrogène sulfuré comme source d'hydrogène pour réduire le CO_2.

* Vers 2000 millions d'années, apparaissent les microorganismes photosynthétiques aérobies qui utilisent l'eau comme source d'hydrogène pour réduire le dioxyde de carbone et produire de l'oxygène. La photosynthèse aérobie est responsable de l'enrichissement de l'atmosphère en oxygène et de la formation de la couche d'ozone protectrice contre les rayons ultraviolets provenant du soleil.

L'augmentation de la teneur de l'atmosphère en oxygène a entraîné la disparition de nombreuses formes anaérobies et l'apparition de nouvelles formes aérobies. Ainsi, l'évolution des pluricellulaires débute vers 670 millions d'années, lorsque la teneur de l'atmosphère en oxygène atteint 7% de sa concentration actuelle et les premiers vertébrés apparaissent il y a 600 millions d'années lorsque la teneur de l'atmosphère en oxygène atteint 50% de sa concentration actuelle.

* Vers 400 millions d'années, avec l'abondance des végétaux chlorophylliens, la composition de l'air devient semblable à ce qu'elle est actuellement ; c'est l'époque de la diversité des niches écologiques nouvelles, le monde vivant colonise les milieux terrestres.

Rapport entre l'évolution géologique et l'évolution biologique :

La formation de la Pangée et ses conséquences :

A l'ère primaire, les continents ont convergé les uns vers les autres par un processus du type tectonique des plaques. C'est ainsi qu'au dévonien, la plaque de l'Amérique du nord et la plaque de l'Eurasie se sont rapprochées jusqu'à entrer en collision. De cette collision sont nées des chaînes de montagne. Les fortes érosions de ces chaînes à cette époque donnent naissance à une formation détritique gréseuse s'étendant sur une immense surface connue sous le nom du continent des vieux grés rouges.

La mise en place du continent, entraîne l'installation de milieux écologiques nouveaux :

- l'océan laisse place à une mer peu profonde et à des terrains complètement émergés

- des mares temporaires se forment sur des plaines côtières, elles sont soumises à l'alternance de pluies torrentielles et de périodes de sècheresse prolongées.

Cette évolution de l'environnement s'est accompagnée d'une évolution biologique. En effet, il y a eu :

* Disparition de nombreuses espèces qui peuplaient les océans et rencontre de populations animales et végétales primitivement séparées les unes des autres et homogénéisation des faunes et des flores qui modifie les effets de l'isolement géographique d'où limitation de la biodiversité.

* Transformation dans l'organisation des animaux. Les formes animales les plus aptes à survivre sur la terre ferme sont celles qui réunissent des caractères de vie aquatiques et des caractères de vie terrestre. Exemples :

- Les *Dipneustes* poissons à respiration à la fois branchiale et pulmonaire.
- *Ichtyostéga* , forme intermédiaire entre poissons et amphibiens, et ayant une respiration pulmonaire.

* Sortie des eaux : la vie a progressivement colonisé la terre ferme (les continents).

L'ouverture des océans et ses conséquences (phénomène de la tectonique des plaques) :

La fragmentation de la Pangée et la formation d'océans peu profonds au dépens de l'ancien océan entourant la Pangée ont contribué à :

- l'élévation du niveau de la mer et la submersion partielle des continents.
- la multiplication des domaines marins.

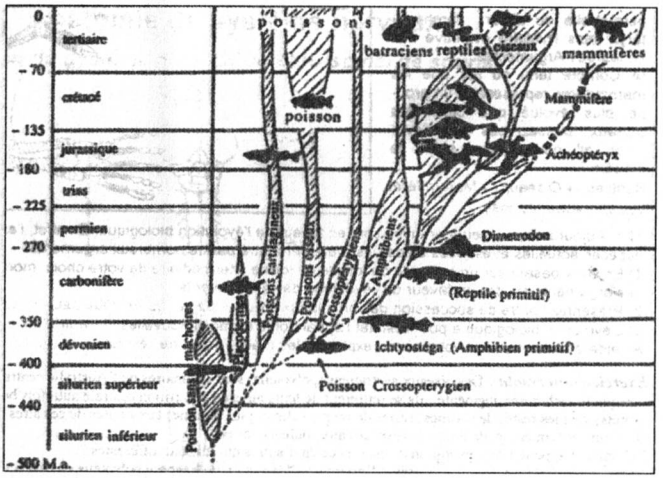
Cette évolution de l'environnement s'est accompagnée d'une évolution biologique qui se traduit par un isolement géographique des populations marines et continentales qui a conduit à une hétérogénéité du monde vivant par diversification des espèces.

Exercices

Exercice 1

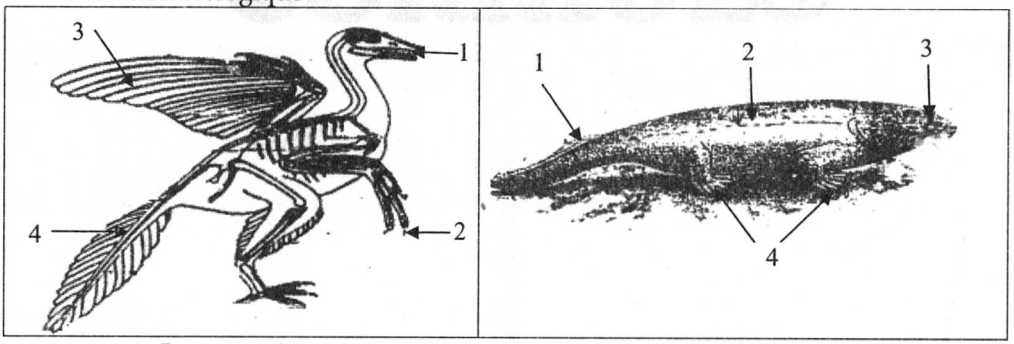
Le document suivant, établi à partir d'études paléontologiques, résume les événements biologiques survenus depuis 530 millions d'années.

En vous basant sur ce document, expliquez en quoi les données paléontologiques permettent de retracer l'histoire évolutive des vertébrés.



Exercice 2

Les documents 1 et 2 montrent deux animaux fossiles très célèbres dans le domaine de l'évolution biologique



Document 1 *Document 2*

1) Identifiez ces deux animaux et légendez les documents A et B.

2) En utilisant ces documents et vos connaissances, précisez les caractéristiques anatomiques de ces fossiles et déduisez leur importance dans la théorie de l'évolution que vous énoncerez.

CORRIGES

L'information génétique

EXERCICE 1

- *Information génétique :* programme porté par le matériel génétique et responsable de la réalisation des caractères héréditaires de l'individu.
- *ADN :* acide desoxyribonucleique : macromolécule séquencée constituée de deux chaînes polynucléotidiques. C'est le constituant essentiel des chromosomes, il porte l'information génétique.
- *Gène :* segment de l'ADN caractérisé par sa séquence et responsable de la réalisation d'un caractère.
- *Allèle :* l'une des versions d'un gène légèrement différente par la séquence des nucléotides des autres versions du même gène.
- *Locus :* emplacement du gène sur le chromosome
- *Génotype :* combinaisons alléliques d'un individu concernant un ou plusieurs caractères.
- *Phénotype :* l'ensemble des caractères apparents d'un individu résultant de l'expression de son génotype.

EXERCICE 2 :

1): b-c-d - 2) : b-d

EXERCICE 3 :

1) Le caractère considéré est le « comportement » vis-à-vis de l'ampicilline chez les bactéries.
2) Le caractère se manifeste par 2 phénotypes : le phénotype résistant [R] et le phénotype sensible [S].
3) Analyse : les bactéries de la souche S_2 se développent et forment des colonies sur milieu nutritif contenant ou non de l'ampicilline, alors que les bactéries de la souche S_1 se développent dans le milieu sans ampicilline et ne se développent dans le milieu contenant cet antibiotique. Ceci confirme que la souche S_1 est sensible à l'ampicilline et la souche S_2 est résistante à cet antibiotique.
4) On étale un échantillon d'une colonie de la boite B sur une nouvelle boite contenant un milieu nutritif avec ampicilline on obtient des colonies au bout de 48 heures. Ceci montre que les bactéries prélevées de la boite B ont hérité le caractère résistance à partir de la bactérie mère qui leur a donné naissance.

Expression de l'information génétique et génie génétique

Exercice 1

- *ARN (ou acide ribonucléique) :* molécule séquencée formée d'une chaîne poly nucléotidique.
- *ARNm (ou ARN messager) :* c'est une copie d'un segment d'un brin d'ADN obtenue par transcription et qui code pour la synthèse d'une protéine.
- *ARNt (ou ARN de transfert) :* molécule d'ARN repliée en feuille de trèfle qui adapte un acide aminé au codon correspondant de l'ARNm lors de la traduction.
- *Transcription :* synthèse d'un ARNm à partir d'une séquence d'un brin d'ADN.
-*Traduction* : synthèse d'une chaîne polypeptidique à partir de l'ARNm.
- *Translocation :* déplacement d'un ribosome sur l'ARNm d'un codon à l'autre.
-*ARN polymérase :* enzyme catalysant la synthèse de l'ARNm.
- *Code génétique :* code de correspondance entre les 4 bases azotées de l'ARN et les 20 acides aminés.
- *Codon :* groupe de 3 nucléotides de l'ARNm qui correspond à un acide aminé spécifique.
- *Anti codon :* groupe de 3 nucléotides de l'ARNt qui est complémentaire à un codon de l'ARNm.
- *Génie génétique :* technique de manipulation des gènes.
- *Plasmide :* molécule circulaire d'ADN, se trouvant dans le cytoplasme bactérien, jouant le rôle d'un vecteur permettant le transfert de gène.
- *Sonde moléculaire :* séquence de nucléotide (ARN ou ADN simple brin) radioactive capable de s'hybrider avec le gène recherché.
- *Enzyme de restriction :* enzyme assurant la coupure de la molécule d'ADN au niveau de sites bien déterminée.
- *Ligase :* enzyme assurant la liaison entre 2 fragments d'ADN.
- *Transcriptase reverse :* enzyme catalysant la transcription d'ARNm en ADN copie simple brin

Exercice 2:

1) d 2) c 3) c 4) a et d

Exercice 3

1)

Expérience	Analyse	Déduction
1	Le cytoplasme des cellules animales cultivées en présence d'acides animés radioactifs (marqués au ^3H) devient radioactif au bout de 10 minutes. La radioactivité est portée par les protéines.	Les cellules incorporent les acides animés et les utilisent pour les synthèses des protéines dans le cytoplasme.

2	Le noyau d'amibes A cultivées en présence d'uracile radioactif devient radioactif au bout 2 heures. La radioactivité est portée par l'ARN	Les amibes incorporent l'uracile et l'utilisent pour les synthèses de l'ARN dans le noyau.
3	Après transplantation de noyau radioactif d'amibe A dans une amibe dénuclée B, le cytoplasme de celle ci devient radioactif et il y a reprise des synthèses protéiques.	L'ARN synthétisé dans le noyau quitte celui-ci vers le cytoplasme ; il constitue un messager dont l'arrivée dans le cytoplasme est nécessaire à la synthèse des protéines.
4	Dans le cytoplasme d'un œuf énuclée d'amphibien à l'intérieur duquel on a injecté l'ADN cytoplasmique d'érythrocytes humains ; il y a synthèse de chaînes peptidiques d'hémoglobine humaine.	La nature des protéines synthétisées dans le cytoplasme dépend d'une information précise portée par l'ARN.

2) Chez les eucaryotes, l'expression de l'information génétique comporte 2 étapes :
- première étape qui se déroule dans le noyau : transfert de l'information génétique de l'ADN à l'ARN messager : c'est la transcription
-deuxième étape qui se déroule dans le cytoplasme : assemblage des acides aminés en une chaîne polypeptidique selon l'information codée.

EXERCICE 4

Expérience	Interprétation
1	Suite à la section d'une jeune acétabulaire : -au début, les fragments séparés restent vivants et régénèrent un chapeau . -ensuite, la partie nucléée reste vivante et l'autre partie dégénère. Explication : juste après la section, les 2 fragments fabriquent des protides nécessaires à la vie et à la formation du chapeau puis seule la partie pourvue de noyau peut continuer à le faire. Ceci montre que la synthèse des protides se fait dans le cytoplasme et qu'elle est commandée par le noyau
2	Suite à la section d'une jeune acétabulaire traitée par la ribonucléase qui détruit l'ARN, seul le fragment nucléé continue à vivre et régénère un chapeau Explication : - il n'y a pas de synthèse de protides dans la partie anucléées à cause de l'absence d'ARN et ceci montre que la présence d'ARN dans le cytoplasme est nécessaire à la fabrication des protides. -Il y a synthèse de protides dans la partie nucléée et ceci montre que le noyau est responsable de la régénération de l'ARN dans le cytoplasme.
3	Suie à la section d'une jeune acétabulaire traitée par l'actinomycime qui inactive l'ARN, même le fragment nucléé devient incapable de régénérer un chapeau Explication : en tenant compte de la conclusion de l'expérience 2, ce résultat montre que l'ADN du noyau permet la formation de l'ARN nécessaire à la synthèse des protéines dans le cytoplasme .

Conclusion .L'ARN contenu dans le noyau porte une information qui contrôle la synthèse de protéines dans le cytoplasme par l'intermédiaire d'un messager l'ARN : il y a d'abord fabrication d'une copie de cette information sous forme d'ARN puis l'ARN quitte le noyau vers le cytoplasme ou il sert de support à la synthèse des protides

EXERCICE 5

1) L'expression d'un gène comporte 2 étapes : la transcription (synthèse d'un ARNm complémentaire au brin transcrit de l'ADN) est traduction (assemblage des acides aminés en une chaîne polypeptidique selon le code génétique).

Concernant le portion du gène donné on a :

Séquence du brin transcrit de l'ADN: TAC - GAC - CAC - CTC - TCC - ACG - GAC

↓

transcription

Séquence de l'ARNm : AUG - CUG - GUG - GAG - AGG - UGC -CUG ...

↓

Traduction

Séquence de la molécule polypeptidique : Met - Leu - Val - Glu - Arg - Cys - Leu ..

2) a- Quand il y a substitution d'une paire de nucléotides par une autre au niveau de l'ADN, il y a changement de séquence affectant un triplet de l'ARNm.

Si ce nouveau triplet code pour le même acide aminé que le triplet initial, il n'y a pas de changement de la séquence des acides aminés de la chaîne polypeptidique synthétisée.

Ceci montre que le code génétique est dégénéré (ou redondant) : plusieurs codons codent pour un même acide aminé.

b- les autres propriétés du code génétique :

- il est universel
- il est non chevauchant : la lecture de l'ARNm se fait triplet par triplet séparément
- 3 codons UAA, UAG, UGA ne définissent aucun acide aminé : ce sont des codons non sens ou codon stop qui indiquent l'arrêt de la synthèse peptidique.

EXERCICE 6

1) On sait que :

- chaque acide aminé d'un peptide est codé par un triplet de bases de l'ARNm.
- au début de l'ARNm se trouve un codon initiateur AUG.
- A la fin de l'ARNm se trouve on codon stop.

La molécule d'ARNm correspondant au tripeptide doit comporter 15 bases azotés c'est-à-dire 5 codons : le codon initiateur + 3codon pour les 3 acides aminés + un codon stop.

2) Sachant qu'il y a 3 codons stop possibles (UAA, UAG et UGA) et en tenant compte du code génétique donné, la séquence polypeptidique Glu - His - Pro peut lui correspondre :

AUG - GAA - CAU - CCU - UAA

ou

AUG - GAA - CAU - CCU - UAG

ou

AUG - GAA - CAU - CCU - UGA

3) Séquence de l'ARNm : AUG - GAA - CAU - CCU - UAG

↓

Transcription inverse

ADN copie simple brin : TAC - CTT - GTA - GGA - ATC

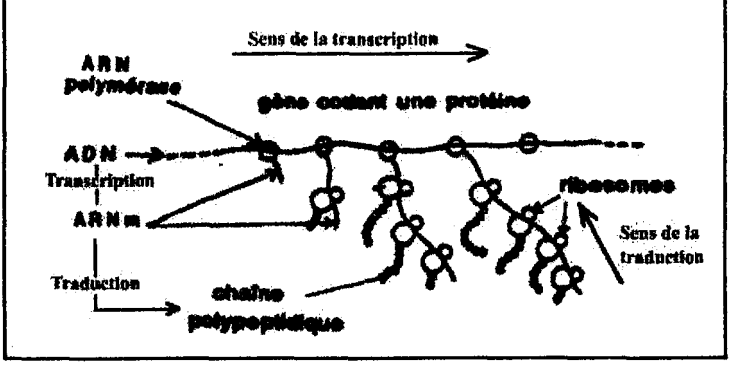
↓

Séquence du gène TAC - CTT - GTA - GGA - ATC

codant pour le tripeptide : ATG - GAA - CAT - CCT - TAG

Exercice 7

I - * Dans le noyau de la cellule eucaryote, l'ADN chromosomiques présente des segments différents par leur séquence de bases : ce sont les gènes.
Chaque gène porte une information qui indique comment synthétiser une protéine donnée.
L'ADN peut être assimilé à un manuel d'instructions.
* Les instructions portées par l'ADN ne quittent pas le noyau. La synthèse des protéines dans le cytoplasme se fait à partir de molécules d'ARNm portant une copie de ces instructions (une copie de l'information génétique)
L'ARNm est la photocopie de l'instruction.
II –Le document montre les 2 étapes simultanées de l'expression de l'information génétique chez la bactérie :
- La transcription : passage de l'ADN à l'ARNm en présence d'ARN polymérase, on voit sur le schéma que le gène est parcourue successivement par plusieurs molécules d'ARN polymérase et qu'il y a élongation d'un ARNm au niveau de chacune.
- La traduction : Passage de l'ARNm à la chaîne polypeptidique ; on voit que chaque ARNm est parcouru successivement par plusieurs ribosomes et qu'il y a élongation d'une chaîne polypeptidique au niveau de chacun.



EXERCICE 8

L'expression de l'information génétique se fait en deux étapes : la transcription puis la traduction :

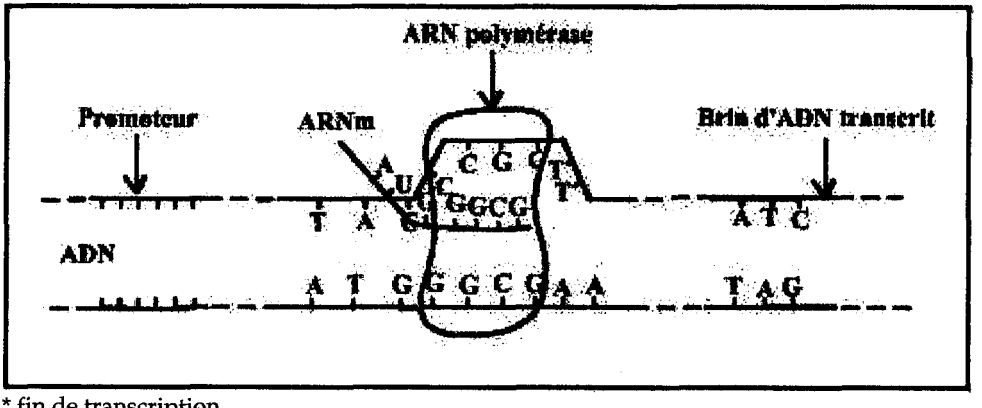
Transcription de l'ADN en ARNm dans le noyau

* Debut de transcription

- Fixation d'une enzyme : l'ARN polymérase sur le site promoteur juste avant le gène.
- Séparation des 2 bins de l'ADN par rupture des liaisons hydrogène.

*Elongation de la chaîne d'ARNm

- Positionnement des ribonucléotides libres dans le noyau en face des nucléotides du brin transcrit de l'ADN selon la complémentarité des bases.
- Progression de l'ARN polymérase le long du brin transcrit permettant l'élongation de la chaîne par assemblage des ribonucléotides.



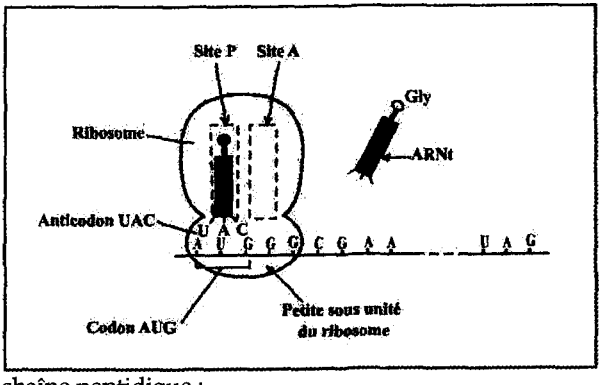
* fin de transcription

- Arrivée de l'ARN polymérase au niveau d'une séquence particulière de l'ADN (Signal de terminaison)
- Libération de l'ARN polymérase et de l'ARNm synthétisé puis réassociation des 2 brins de l'ADN.

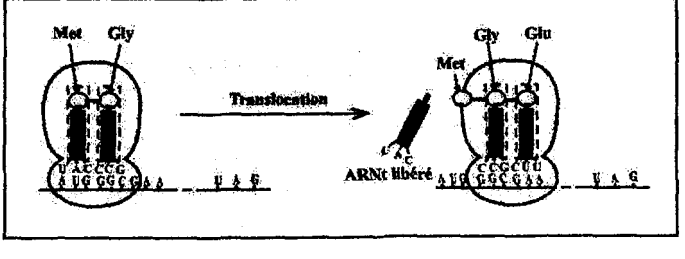
Traduction de l'ARNm en séquence d'acides aminés dans le cytoplasme

*Initiation de la synthèse protéique

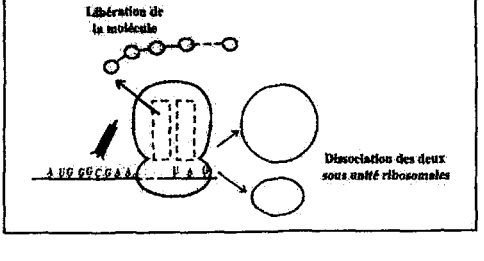
- Fixation de la petite sous unité ribosmale au niveau du codon initiateur AUG de l'ARNm
- Fixation d'un ARNt chargé de l'acide aminé méthionine sur le codon initiateur AUG par complémentarité codon de l'ARNm – anticodon de l'ARNt.
- Fixation de la grande sous unité ribosomale de telle sorte que le site P de cette unité soit occupé par l'ARNt – met alors que le site A, vide, se trouve en face du 2ème codon de l'ARNm



* Elongation de la chaîne peptidique :
- Mise en place, dans le site A, d'un 2ème ARNt chargé du 2ème acide aminé, la glycine (événement 1).
- Formation d'une liaison peptidique entre les acides aminés en place dans le ribosome (événement 2).
- Translocation du ribosome d'un codon et libération du premier ARNt. Occupation du site P par le 2ème ARNt portant le dipeptide (événement 3).



Les événements 1, 2 et 3 se répètent pour la lecture de toute l'information de l'ARNm codon par codon grâce au code génétique.
* Terminaison de la synthèse protéique :
- Arrêt de la synthèse protéique à la rencontre du codon stop UAG.
- Libération du polypeptide synthétisé, dissociation du complexe de synthèse et détachement de l'acide aminé initiateur (méthionine)



EXERCICE 9

1) Les constituants cytoplasmiques extraits à partir des bactéries et ajoutés aux acides aminés et à l'ARNm sont les ribosomes, les ARNt, les enzymes et l'ATP.

2) a- Analyse :

* Entre t =0 et t = 30 minutes, les quantités d'ARNm et de protéines sont nulles malgré l'addition d'acides aminés dans le milieu.

* A partir de t = 30 minutes, moment d'addition d'ARNm, la quantité de protéine synthétisée augmente rapidement jusqu'à atteindre un maximum à t =50 minutes.

La quantité d'ARNm, maximale à t=30minutes, diminue rapidement pour s'annuler à t =50 minutes.

* Entre t =50 et t =60 minutes, la quantité de protéine synthétisée reste maximale et celle de l'ARNm reste nulle.

Déduction :

La synthèse protéique dépend de la présence de l'ARNm ; elle commence dés qu'il y a de l'ARNm dans le milieu et s'arrête dés que l'ARNm disparaît.

b- On peut dégager 2 caractères de l'ARNm :

- Il est nécessaire aux synthèses prothéiques (support de l'information génétique)
- Il a une courte durée de vie.

EXERCICE 10 :

1) On détermine le codon de l'ARNm correspondant à l'anticodon de l'ARNt par complémentarité codon – anticodon puis on attribue à chaque codon de l'ARNm l'acide aminé qui lui correspond au moyen du code génétique.

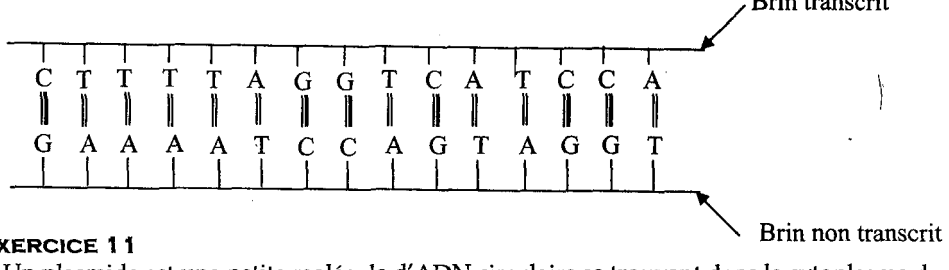
Anticodon de l'ARNt	CUU	GGU	CAU	CCA	UUA
Codon de l'ARNm	GAA	CCA	GUA	GGU	AAU
Acide aminé	Glu	Pro	Val	Gly	Asn

2) Chaine polypeptidique : -Glu – Asn – Pro – Val – Gly –

ARNm (selon l'ordre des acides aminés) : GAA – AAU – CCA – GUA – GGU-

Brin transcrit de l'ADN : CTT – TTA – GGT – CAT – CCA

3) Portion du gène correspondant à la chaîne polypeptidique donnée :



EXERCICE 11

1) Un plasmide est une petite molécule d'ADN circulaire se trouvant dans le cytoplasme des bactéries et servant de vecteur en génie génétique.

2) **De 1 à 4 : isolement du gène de l'insuline par la voie de l'ARNm**

1 : Extraction de l'ARNm à partir du cytoplasme d'une cellule pancréatique.

2 : Synthèse d'un brin d'ADN complémentaire à l'ARNm grâce à une transcriptase reverse (E_1) ; on obtient un hybride ARNm : ADNc monocaténaire (ADNcopié simple brin)
3 : Hydrolyse de l'ARNm par l'ARNase $\Rightarrow$ il reste l'ADNc simple brin
4 : Synthèse d'un brin d'ADN complémentaire à l'ADNc simple brin grâce à l'ADN polymérase (E_2), on obtient un ADNc double brin : c'est le gène copié.

De 1' à 3' : Greffe du gène isolé dans un plasmide

1' : Extraction de plasmide à partir d'une bactérie E. coli.
2' : Ouverture du plasmide par une enzyme de restriction (E3)
3' : Insertion du gène isolé dans le plasmide ouvert grâce à une ligase (E4) ; on obtient un plasmide recombiné.

5 : transfert du plasmide recombiné dans une bactérie ; ou obtient une bactérie transformée (bactérie transgénique)

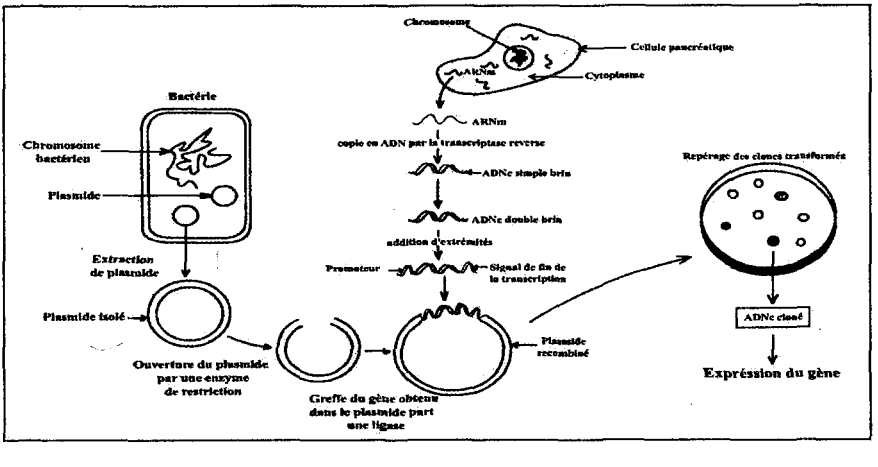
6 : Clonage du gène grâce à la multiplication des bactéries transformées dans un milieu favorable.

7 : Expression du gène (transcription et traduction) dans les bactéries transformées d'où production d'insuline.

EXERCICE 12

1) Les étapes permettant la production de l'insuline par génie génétique sont :
- Extraction de l'ARNm à partir d'une cellule pancréatique.
- Transcription inverse de l'ARNm en ADNc simple brin par la transcriptase inverse.
- Addition du promoteur et du signal de fin de transcription.
- Isolement et ouverture du plasmide par l'enzyme de restriction.
- Insertion du gène dans un plasmide par des ligases.
- Introduction du plasmide recombiné dans une bactérie.
- Clonage du gène.
- Sélection des souches recombinées.
- Expression du gène – production d'insuline.

2)



Exercice 13

1) a- titre : transfert de plasmides recombinés dans des bactéries (cellules hôte) en vu d'obtenir des bactéries transformées.

b- outils utilisés : bactéries (*E. coli*) et plasmides recombinés.

2) Pour repérer les bactéries transformées, on procède de la façon suivante :
on étale le mélange de bactéries (transformées et non transformées) sur un milieu de culture contenant l'antibiotique X ; les clones bactériens qui se développent sont formés de bactéries résistantes à X donc qui ont intégré le plasmide recombiné portant aussi la gène de résistance.

Exercice 14

1) 1 ⟶ e ; 2 ⟶ d ; 3 ⟶ b ; 4 ⟶ a ; 5 ⟶ c ; 6 ⟶ f

2) * E. coli joue le rôle de première cellule hôte utilisée pour multiplier le plasmide recombiné introduit (clonage du gène) vu sa capacité de multiplication rapide par bipartition
* la levure joue le rôle de la 2ème cellule hôte dans laquelle le gène viral associé au plasmide recombiné peut s'exprimer c'est-à-dire transcrit puis traduit en protéine virale

3) Le nombre de cellule (s) hôte (s) constitue la différence essentielle entre les deux protocoles de génie génétique

Dans la fabrication de l'insuline	Dans la fabrication du vaccin contre l'hépatite
Une seule cellule hôte : *E. coli* (procaryote) dans laquelle le gène de l'insuline associé au plasmide recombiné se réplique grâce à la bipartition bactérienne puis s'exprime en insuline (protéine) dans ces mêmes bactéries.	2 cellules hôtes : - *E. coli* (procaryote) dans laquelle le gène viral associé au plasmide recombiné se réplique grâce à la bipartition bactérienne mais ne s'exprime pas - la levure (eucaryote) dans laquelle le gène viral est transcrit dans le noyau puis traduit en protéines virales dans le cytoplasme.

Les mutations sources de diversité

EXERCICE 1

- *Mutation :* modification brutale de l'ADN du chromosome sur une étendue plus ou moins grande entraînant la modification des caractères phénotypiques.
- *Mutation génique* (ou mutation ponctuelle) : accident local affectant un seul codon et qui consiste en une délétion ou addition d'une paire de nucléotides ou substitution d'une paire de nucléotides par une autre.
- *Mutation chromosomique :* modification du nombre ou de la structure des chromosomes.
- *Mutation somatique :* mutation affectant les cellules appartenant à différents tissus ; elles ne sont pas transmises d'une génération à la suivante.
- *Mutation germinale:* mutation affectant les cellules de la lignée germinale qui évoluent en gamètes et elles sont transmises d'une génération à la suivante
- *Agent mutagène :* agent susceptible d'augmenter considérablement la fréquence des mutations.
- *Mutant :* individu portant la mutation
- *Mutation létale :* mutation qui provoque la mort du mutant.
- *Milieu minimum :* milieu de culture formé d'eau, de sels minéraux et d'une source de carbone, souvent, le glucose.
- *Milieu complet :* milieu contenant toutes les substances indispensables au développement d'une souche de microorganismes.
- *Souche autotrophe :* une souche est dite autotrophe pour une substance organique donnée, est une souche capable de vivre sur un milieu ne contenant pas cette substance car elle est capable de la synthétiser.
- *Souche hétérotrophe :* une souche est dite hétérotrophe pour une substance organique donnée est une souche incapable de vivre sur un milieu ne contenant pas cette substance car elle est incapable de la synthétiser.

EXERCICE2

1) c ; 2) b ; 3) c et d.

EXERCICE3 :

1) a- La colonie apparue est «résistante à l'ampicilline» puisqu'elle est capable de se développer sur un milieu contenant cet antibiotique. Le phénotype des bactéries de cette colonie est [Amp^R].

b- La souche bactérienne de départ, cultivée dans le milieu liquide, est «sensible à l'ampicilline». Son phénotype est [Amp^S].

la multiplication des bactéries de cette souche par bipartition dans ce milieu devrait aboutir à des bactéries toutes «sensibles» car la bipartition est un mécanisme de la reproduction conforme.

L'apparition d'une bactérie «résistante» est accidentelle : c'est une exception à la reproduction conforme. C'est pour cela qu'il s'agit d'un résultat inattendu.

c- La mutation doit être liée à une modification de l'information génétique.

d- la mutation est un événement rare.

2) Ce résultat montre que chaque bactérie mutante de la colonie « résistante » apparue engendre des bactéries « résistantes » : la mutation est héréditaire.

3) a- Le gène « Amp » qui contrôle le caractère « comportement vis-à-vis de l'ampicilline » admet deux allèles :

- un allèle R dont l'expression détermine le phénotype [Amp^R].
- un allèle S dont l'expression détermine le phénotype [Amp^S].

b- Les deux allèles présentent une légère différence dans la séquence de nucléotides de leur ADN.

c- L'apparition d'un nouvel allèle par le phénomène de mutation a pour conséquence la diversité dans la population bactérienne.

EXERCICE 4 :

Expérience 1 :

Aucune colonie n'apparaît dans la boite (1) contenant un milieu nutritif additionné de streptomycine et ceci confirme que les 10^3 bactéries prélevées de la suspension initiale et ensemencées sur ce milieu sont sensibles à la streptomycine.

Expérience 2 :

- Quelques colonies se développent dans la boite (2) contenant un milieu nutritif additionnée de streptomycine et ceci montre que quelques bactéries sur 10^8 de la suspension initiale, supposées sensibles à la «streptomycine », sont resistantes à cet antibiotique.
- Cette modification brusque, spontanée et imprévisible du caractère « comportement vis-à-vis de la streptomycine » est une mutation.

La mutation est un événement rare puisqu'il a fallu un grand nombre de bactéries (10^8) pour la mettre en évidence dans la boite (2) alors qu'elle n'a pas été mise en évidence dans la boite (1) sur laquelle on a étalé 10^3 bactéries.

Expérience 3 :

Plusieurs colonies apparaissent dans la boite (3) contenant la streptomycine sur laquelle on a étalé une colonie mutante « résistante », ceci montre que chaque bactérie mutante étalée a engendré des bactéries ayant le même caractère : la mutation est héréditaire.

EXERCICE 5 :

1)

Souche	Milieu de culture	Résultat	Signification	Phénotype	Génotype
S	MI	+	S capable de synthétiser l'arginine	[Arg^+]	(Arg^+)
	MII	-	S sensible à l'ampicilline	[Amp^S]	(Amp^S)
S_1	MI	-	S_1 incapable de synthétiser l'arginine	[Arg-]	(Arg-)
	MII	-	S_1 sensible à l'ampicilline	[Amp^S]	(Amp^S)
S_2	MI	-	S_2 incapable de synthétiser l'arginine	[Arg^-]	(Arg^-)
	MII	+	S_2 résistante à l'ampicilline	[Amp^R]	(Amp^R)

+ : présence de colonies

- : absence de colonies

2) La souche S_1, de phénotype global [Arg^- Amp^S] et la souche S_2, de phénotype global [Arg^- Amp^R], doivent avoir dérivés de S de phénotype global [Arg^+ Amp^S], par le phénomène de mutation.

3) chez la bactérie, le phénotype traduit le génotype étant donné que c'est un organisme procaryote possédant un seul chromosome donc un seul allèle pour chaque gène et cet allèle s'exprime dans le phénotype.

EXERCICE 6 :

1)

a) Les bactéries de la suspension initiale doivent être capables d'utiliser le lactose : elles sont [Lac^+] et se développent sur le milieu de culture M donnant des colonies roses ; la colonie blanche unique apparue sur ce milieu est incapable d'utiliser le lactose : elle est [Lac^-] ; sa présence s'explique par une mutation qui a touché le gène de l'utilisation du lactose.

b) En plus de l'eau et des sels minéraux, le milieu de culture M doit contenir :

- de l'arginine pour permettre le développement des bactéries [Arg-] de la suspension initiale
- du lactose pour pouvoir mettre en évidence le caractère « capacité d'utiliser le lactose » des bactéries [Lac+] de cette suspension
- du glucose pour permettre le développement des mutants [Lac-] incapable d'utiliser le lactose comme source de carbone.
- Le milieu M ne contient pas d'érythromycine.

c)

Bactéries	Caractère	Phénotype
Initiales (colonies roses)	Sensibles à l'érythromycine Incapables de synthétiser l'arginine Capables d'utiliser le lactose	[Ery^S , Arg^-, Lac^+]
Mutantes (colonies blanches)	Sensibles à l'érythromycine Incapables de synthétiser l'arginine incapables d'utiliser le lactose	[Ery^S , Arg^-, Lac^-]

2)

a- Les milieux A, B et C ne permettent pas normalement le développement des bactérie de la colonie blanche [Ery^S, Arg^-, Lac^-] car :

- le milieu A contient l'érythromycine qui empêche le développement de ces bactéries sensibles à cet antibiotique.
- le milieu B ne contient comme source de carbone que le lactose. Or, ces bactéries sont incapables d'utiliser le lactose.
- le milieu C ne contient pas l'arginine. Or ces bactéries sont incapables de synthétiser cet acide aminé et exige sa présence.

b-

Milieu	Phénotype des bactéries poussant sur ce milieu
A	[Ery^R , Arg^-, Lac^-]
B	[Ery^S , Arg^-, Lac^+]
C	[Ery^S , Arg^+, Lac^-]

c- Les bactéries de la boite B sont [Lac^+] ; elles dérivent d'une mutation des bactéries [Lac^-] de la colonie blanche ; or, celles-ci ont été obtenues à partir de la suspension initiale [Lac^+]. Ceci montre que la mutation est réversible : une première mutation a entraîné la perte de la

fonction capacité d'utiliser le lactose, puis une deuxième mutation a permis la restauration de cette fonction

$$[Lac^+] \underset{2^{ème}\text{ mutation}}{\overset{1^{ère}\text{ mutation}}{\rightleftarrows}} [Lac^-]$$

d) D'après les résultats de l'expérience 2, la fréquence de la mutation est faible puisque seules quelques bactéries sur 10^8 étalées sur chacun des milieux A, B et C ont abouti à des colonies mutantes ; ceci montre que la mutation est un phénomène rare.

3) D'après les résultats de l'expérience 3, les bactéries du milieu B ne se développent pas sur le milieu A contenant l'érythromycine : elles sont [Ery^S] ni sur le milieu c manquant d'arginine : elles sont [Arg-]. Ceci confirme que leur phénotype est [Ery^S, Arg^-, Lac^+]. Ces bactéries, ne diffèrent des bactéries initiales de la colonie blanche que par l'information relative au gène (Lac). Donc, quand la mutation a touché ce gène, elle n'a pas touché les autres et ceci montre que les mutations sont indépendantes

EXERCICE 7

1) Le génotype d'un individu est la combinaison des allèles qu'il possède pour un ou plusieurs caractères

2)

Souche	Génotype
①	(B^+,P^-)
②	(B^-, P^+)
③	(B^+, P^-)
④	(B^+, P^+)

Justification : par exemple, pour la colonie ① :

- elle apparaît sur le milieu M2 ne contenant pas la vitamine B ; elle est capable de synthétiser cette substance ; son phénotype est [B^+] et son génotype est (B^+)
- elle n'apparaît pas sur le milieu M3 ne contenant pas la phénylalanine ; elle est incapable de synthétiser cet acide aminé. Son phénotype est [P^-] et son génotype est (P^-).

3) Pour déterminer le génotype des quatre souches pour le caractère « comportement vis-à-vis de la pénicilline », on les cultive sur milieu complet M1 auquel on additionne la pénicilline ; la (ou les) souche(s) résistante(s) s'y développe (nt).

EXERCICE 8 :

1) Pour s'assurer que la souche sauvage est [Leu^+], on étale des bactéries de cette souche sur un milieu minimum (ne contenant pas de leucine). Des colonies bactériennes apparaissent sur ce milieu au bout de 48 heures.

2)

Milieu	Souche pouvant se développer sur ce milieu
M_1	Aucune
M_2	S_2
M_3	S_1 et S_4
M_4	S_2 et S_3

Justification pour le milieu M_2

Ce milieu :

- contient l'ampicilline : seule une souche Amp^R peut s'y développer
- ne contient pas l'histidine : seule une souche His^+ peut s'y développer
- contient la leucine : les souches Leu^- et leu^+ peuvent s'y développer. Seule la souche S_2 [Amp^R, His^+, Leu^-] répond à ces conditions.

3) a- Il s'agit de sélectionner une souche S_5 c'est à dire une souche capable de se développer sur un milieu minimum (ne contenant ni leucine ni histidine) additionné d'ampicilline.

Puisqu'on a réalisé une seule culture, il faut partir d'une souche mutante qui diffère de la souche à sélectionner par un seul caractère : soit S_2 [Amp^R, His^+, Leu^-] soit S_4 [Amp^R, His^-, Leu^+]

Protocole expérimental : On prélève un grand nombre de bactéries (10^8) de la souche choisie (S_2 ou S_4) et on étale sur le milieu (milieu minimum + ampicilline) ; on note au bout de 48 heures l'apparition d'une ou de quelques colonies.

b- le phénomène mis en jeu est la mutation.

EXERCICE 9:

1) a- Les cellules de la peau sont des cellules somatiques, donc à 2n chromosomes

b- Une mutation somatique est une altération de l'ADN qui affecte un gène appartenant à une cellule somatique. Cette mutation se transmet aux cellules qui dérivent par mitoses de la cellule mutante et non aux descendants de l'individu dont les cellules somatiques ont été affectées.

2) a- La mutation affectant une cellule germinale d'un parent se retrouve dans le matériel génétique d'un gamète puis dans la cellule œuf résultant de l'union de ce gamète avec un gamète d'un deuxième parent ; conséquence : l'individu qui naît porte la mutation.

Les mutations germinales sont transmissibles des parents aux descendants : elles sont héréditaires.

b- D'après le texte, les radiations consécutives aux explosions ont provoqué des mutations somatiques puisqu'il n'y avait aucun accroissement des maladies héréditaires ni des anomalies dans l'activité des gènes.

EXERCICE 10 :

1) Les formes 1 et 2 sont les versions alléliques ou allèles du gène de l'hémoglobine.

2) Les deux séquences ne sont différentes que par une paire de nucléotides : la paire A-T n° 17 dans la forme 1 est remplacée par la paire T-A dans la forme 2

3) La forme 2 résulte d'une mutation ponctuelle par substitution d'une paire de nucléotides par une autre au niveau de la forme 1.

4) Puisque la drépanocytose est une maladie héréditaire, la mutation à l'origine de cette maladie a dû affecter une cellule germinale puis transmise par les cellules sexuelles à travers les générations.

5) Les génotypes sont : $\frac{A}{A}\ \frac{A}{S}\ \frac{S}{S}$

EXERCICE11 :

1) Le caryotype de l'enfant atteint de syndrome de down comporte 47 chromosomes au lieu de 46 : il y a une anomalie numérique du caryotype, on y distingue 45 autosomes et 2

chromosomes sexuels X. Les chromosomes sont rangés par paires sauf le chromosome 21 qui existe en 3 exemplaires : c'est une trisomie 21. La formule chromosomique est 2n+1= 45A+XX.

2) Le caryotype du père de l'enfant est normal de formule 2n=44A+XY.

Le caryotype du spermatozoïde du père qui a participé à la fécondation est anormal présentant un chromosome 21 surnuméraire. Sa formule chromosomique est n+1=23A+X. On en déduit qu'il y a eu une erreur lors de la formation du spermatozoïde

EXERCICE 12 :

1)

Espèce	Formule chromosomique
1 : Drosophila virilis	2n = 12
2 : Drosophila mélanogaster	2n = 8

a- Il s'agit d'une mutation chromosomique affectant le nombre de chromosomes

Le caryotype de la 2ème espèce résulte de la fusion des paires 2 et 3 et celle des paires 4 et 5du caryotype de la 1ère espèce, d'où la réduction du nombre chromosomique de 12 à 8.

b- La mutation chromosomique qui affecte le nombre de chromosomes aboutit à des mutants ayant un caryotype différent de celui de l'espèce originelle et qui ne peuvent pas se reproduire avec elle. Ces mutants formeront une nouvelle espèce.

Les mutations chromosomiques de ce type concourent ainsi à la création de nouvelles espèces donc à la diversité du monde vivant.

EXERCICE 13 :

1) a- * Pour l'enzyme E_1 normale :

ARNm : .....UAA ACC CCC GAA CCU GAC AUC CUU GCC UCU ...

Séqence en acides aminés d'après le code génétique. ..... Tyr - Thr - Pro - Glu - Pro - Asp - Ileu - Leu - Ala – Ser...

* Pour l'enzyme E_1 inactive:

ARNm : .....UAA ACC CCC AAA CCU GAC AUC CUU GCC UCU ...

Séqence en acides aminés d'après le code génétique ..... Tyr - Thr - Pro - lys - Pro - Asp - Ileu - Leu - Ala – Ser...

Les deux protéines obtenues diffèrent par un acide aminé : l'acide glutamique dans E_1 normale est remplacé par la lysine dans E_1 inactive.

b) l'inactivité de E_1 anormale est due au remplacement de la base G par la base A au niveau de l'ARNm. Sachant que G de l'ARNm provient de la transcription de C de l'ADN et que A provient de la transcription de T, la maladie est due à une mutation génique par substitution de C par T au niveau du gène.

2) Brin transcrit de l'ADN : .... ATA TGG GGG CTT GGA CTG TAG GAA CGG AGA ...

La substitution du nucléotide n° 12 du brin d'ADN (nucléotide T du 4ème triplet écrit en gras) par un nucléotide C transforme le triplet de l'ADN de CTT en CTC. Ceci se manifeste dans l'ARNm par le remplacement du codon GAA par GAG ; or ces deux derniers codons correspondent au même acide aminé (Glu) d'après le code génétique. Ainsi la substitution en

question ne modifie pas la séquence en acides aminés de l'enzyme E1 qui gardera son activité.

Cet exemple met en évidence

- la redondance du code génétique (des codons différents de l'ARNm codent pour le même acide aminé)
- l'existence de mutations silencieuses (changement de séquence de l'ADN sans conséquence sur la nature de la protéine synthétisée.

La reproduction sexuée source de diversité

EXERCICE 1

- *Méiose :* suite de deux divisions cellulaires assurant le passage des cellules germinales du stade diploïde au stade haploïde permettant ainsi la formation des gamètes.
- *Gamète (ou cellule sexuelle) :* cellule haploïde susceptible de participer à la fécondation.
- *Cellule germinale :* toute cellule susceptible d'évoluer en gamète (par opposition à cellule somatique.
- *Fécondation :* union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, tout deux haploïdes aboutissant à une cellule œuf diploïde, 1ère cellule d'un nouvel individu.
- *Réduction chromatique :* division par deux le nombre de chromosomes lors du passage de la diploïdie (2n) à l'haploïdie (n) au cours de l'anaphase I de la division réductionnelle de la méiose.
- *Brassage inter chromosomique :* diversité des combinaisons des chromosomes maternels et paternels dans les gamètes et qui est dû à la séparation aléatoire et indépendante des chromosomes homologues de chaque bivalent à l'anaphase I
- *Brassage intra chromosomique :* mélange de matériel chromosomique paternel et maternel au sein d'un chromosome et qui est dû à l'échange de fragment de matériel génétique entre les chromatides non sœurs d'un bivalent à la prophase I.
- *chiasma :* point d'enchevêtrement entre les chromatides de 2 chromosomes appariés.
- *Crossing over :* échange de segments chromosomiques entre 2 chromatides non sœurs d'un bivalent au niveau d'un chiasma à la prophase I de la méiose.

EXERCICE 2

1) b - 2) a - 3) b, c - 4) b, c - 5) b, c, d - 6) c - 7) a, b, d - 8) a, c, d - 9) a, d - 10) c, d - 11) a, c - 12) a - 13) b, c.

EXERCICE 3

1) Formule chromosomique de la cellule mère : 2n = 6

2) 1, 2 et 3: prophase I; 4: metaphase I; 5: anaphase I; 6: telophase I; 7: metaphase II 8, : anaphase II; 9: télophase

3) 1 ⟶ d; 2 ⟶ e; 3 ⟶ b; 4 ⟶ c; 5 ⟶ g
6 ⟶ h; 7 ⟶ i; 8 ⟶ a; 9 ⟶ f

EXERCICE 4

I/

1) 1: 2 loges polliniques, 2: anthère; 3: grain de pollen ; 4: filet ; 5 : stigmate ; 6 : style ; 7 : ovaire ; 8 : ovule

2)

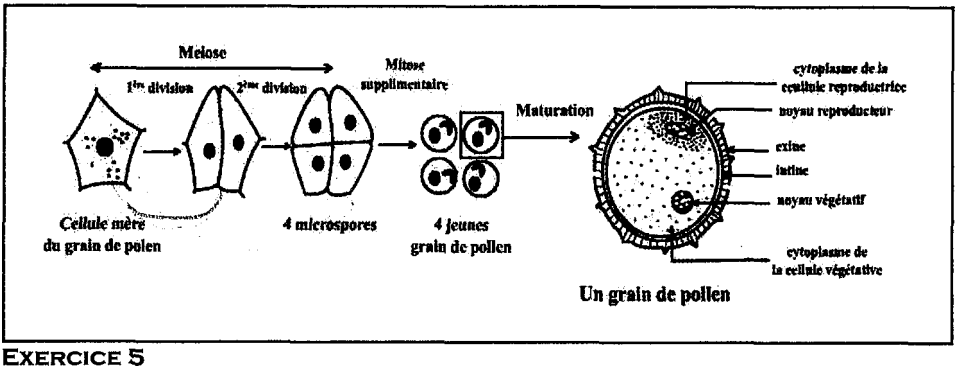
Elément	Rôle
2 : anthère	Lieu de formation des grains de pollen
5 : stigmate	Partie du pistil sur laquelle se déposent puis germent les grains de pollen
6 : style	Partie du pistil reliant le stigmate à l'ovaire et dans laquelle les tubes polliniques des grains de pollen germés progressent vers les ovules.
7 : ovaire	Partie du pistil qui contient un ou plusieurs ovules.
8 : ovule	Masse de cellules qui, à maturité contient un sac embryonnaire à 7 cellules dont l'une constitue la cellule sexuelle femelle (oosphère)

3) 1 : assise mécanique ; 2 : 2 sacs polliniques ; 3 : grain de pollen ; 4 : fente de déhiscence

II/

1) X : cellule mère de grain de pollen
   Y : ensemble de 2 cellules issues de la division réductionnelle de la cellule mère
   Z : 4 microspores (résultant de la méiose de la cellule X)
2) a- B ⟶ X ; A ⟶ Y ; E ⟶ Z
   b- A: telophase I ; B : prophase I ; C : anaphase II; D: anaphase I;
   E: telophase II; F: metaphase I; G: metaphase II
   Ordre chronologique: B ⟶ F ⟶ D ⟶ A ⟶ G ⟶ C ⟶ E
   c- La cellule X possède une paire de chromosomes (2n = 2) alors que chaque cellule de Y présente l'un des deux chromosomes de X (n = 1), d'où il y a réduction de moitié du nombre de chromosomes (2n ⟶ n) lors de la division qui fait passer de X à Y d'où son appellation division réductionnelle.

3) a- 1 : exine 2 : intine ; 3 : cytoplasme de la cellule végétative ; 4 : noyau de la cellule végétative ; 5 : noyau de la cellule reproductrice ; 6 : cytoplasme de la cellule reproductrice
   b- Les deux noyaux du grain de pollen sont haploïdes (n = 1) car ils sont issus d'une mitose du noyau d'une microspore résultant de la méiose.
   c-



EXERCICE 5

I/

1) 1 : nucelle ; 2 : cellule mère du sac embryonnaire ; 3 : tégument ; 4 : micropyle
2) a- m1 : metaphase I ; m2 : telophase I ; m3 métaphase II; m4: telophase II
   b- document 3:
   1: ovule jeune; 2: cellule mère du sac embryonnaire; 3: 4 macrospores;
   4: mégaspore ; 5 sac embryonnaire ; 6 : antipode ; 7 : 2 noyaux de la cellule centrale ;
   8 : oosphère ; 9 : synergide.

a : division réductionnelle de la méiose
b : division équationnelle de la méiose
c : 1ère mitose ; d : 2ème mitose ; e : 3ème mitose
f : division du cytoplasme.

c- Le sac embryonnaire se forme à partir d'une cellule mère diploïde (2n) qui subit les deux divisions de la méiose pour donner 4 cellules haploïdes appelées macrospores. 3 macrospores dégénèrent et le noyau de la 4ème subit 3 mitoses successives sans division cytoplasmique pour donner 8 noyaux haploïdes qui se répartissent en 7 cellules. Ces cellules sont les 2 synergides, les 3 antipodes, la cellule centrale à 2noyaux et l'oosphère qui constitue le gamète femelle proprement dit. L'ensemble forme le sac embryonnaire.

II/

1) * Ordre chronologique : a ⟶ c ⟶ b ⟶ e ⟶ d

* Légende : 1 : noyau reproducteur ; 2 : cytoplasme de la cellule végétative ;
3 : noyau reproducteur en division ; 4 : tube pollinique ;
5 : noyau végétatif ; 6 : 2 anthérozoïdes ; 7 : noyau végétatif en dégénérescence

2) Le grain de pollen est essentiellement formé de 2 cellules haploïdes (n) : une cellule végétative à l'intérieur de laquelle se trouve une cellule reproductrice.

Dans le grain de pollen germé, le noyau végétatif s'engage à l'intérieur du tube pollinique pour diriger sa progression vers l'ovule, alors que le noyau reproducteur subit une mitose pour donner deux noyaux spermiques haploïdes (n).

Quand le tube pollinique est à proximité de l'ovule, le noyau végétatif dégénère et il reste à son extrémité deux cellules sexuelles mâles (2spermatozoïdes : 2anthérozoïdes) pauvres en cytoplasme, chacune formée essentiellement d'un noyau spermique (n) prêt à la fécondation.

3) a- Légende du document 5 : 1: tube pollinique; 2: 1er anthérozoïde ; 3 : oosphère ; 4 : 2ème anthérozoïde ; 5 : 2 noyaux de la cellule centrale ; 6 : antipode

b- le tube pollinique, libère les deux anthérozoïdes (n) qui vont réaliser une double fécondation :

- l'un fusionne avec l'oosphère (n) pour former une cellule œuf diploïde (2n) ou œuf principal à l'origine de l'embryon de la future graine.
- l'autre fusionne avec la cellule centrale (n+n) pour former une cellule œuf triploïde (3n) ou œuf accessoire à l'origine des réserves de la future graine.

III/*Partie a : La cellule mère a initialement 2n chromosomes à une chromatides, ce qui leur correspond 2 ADN.

La quantité d'ADN double passant de 2 à 4 ; ceci traduit la duplication chromosomique à l'interphase (2n chromosomes à une chromatide ⟶ 2n chromosomes à 2chromatides) puis la quantité d'ADN chute successivement deux fois de moitié ; ceci caractérise les deux divisions de la méiose :

- 4q ⟶ 2q : on passe de la cellule mère à 2n chromosomes dupliqués à 2 cellules à n chromosomes dupliqués ; c'est la division réductionnelle.
- 2q ⟶ q : on passe de chaque cellule à n chromosomes dupliqués à n chromosomes simples ; c'est la division équationnelle.

La partie a traduit le passage de la cellule mère du sac embryonnaire (2n) aux 4 macrospores (n).

* Partie b : 3 fois de suite, la quantité d'ADN double passant de q à 2q correspondant à une duplication chromosomique (n chromosomes simples ⟶ n chromosomes dupliqués) puis

chute de moitié passant de 2q à q correspondant à une séparation des chromatides (n chromosomes dupliqués ⟶ n chromosomes simples).
La partie b traduit 3 mitoses précédée chacune d'une interphase qui affecte le noyau de la macrospore (n) et aboutissant à 8 noyaux haploïdes (n). La structure à 8 noyaux obtenue donne rapidement le sac embryonnaire à 7 cellules dont la principale est l'oosphère.
- partie c : la quantité d'ADN double brusquement passant de q à 2q ; ensuite elle double de nouveau mais progressivement passant de 2q à 4q puis elle chute de moitié passant de 4q à 2q
La partie c traduit d'abord la fécondation de l'oosphère (n simples) par un anthérozoïde (n simples) puis la duplication des 2n chromosomes de la cellule œuf obtenue et enfin la &ère mitose de la cellule œuf.

EXERCICE 6

1) Ce phénomène se déroule dans l'anthère de l'étamine
2) La cellule initiale est la cellule mère du grain de pollen.
D'après la figure 2 qui est une prophase I, on compte 7 bivalents ; la formule chromosomique est 2n = 14.
3) Le phénomène représenté est la méiose.
Justification : il y a deux divisions cellulaires successives témoignées par la présence de deux anaphases, l'une (figure 1) sépare les chromosomes homologues et réduit de moitié le nombre de chromosomes (2n = 14 chromosomes dédoublés ⟶ n = 7 chromosomes dédoublés) ; l'autre (figure 4) sépare les chromatides dans chaque cellule issue de la première division tout en gardant le même nombre de chromosome (n = 7 chromosomes dédoublés ⟶ n = 7 chromosomes simples).
4) 2: prophase I → 5: metaphase I → 1 : anaphase I → 4: anaphase II → 3:telophase II

EXERCICE 7

1) Le document 1 se rapporte à une mitose car il s'agit d'une division cellulaire qui se passe dans un organe végétatif (la racine) ; de plus cette division fait passer une cellule à 2n = 10 chromosomes dédoublés à 2 cellules à 2n = 10 chromosomes simples. (La figure 2 montre 10 chromosomes dupliqués et la figure 1 montre 10 chromosomes simples à chaque pole).
Le document 2 se rapporte à une méiose car elle se déroule dans le sac pollinique (elle affecte les cellules mères de grains de pollen) de plus ce phénomène comporte 2 divisions cellulaires passant d'une cellules à 2n = 10 chromosomes dupliqués à 4 cellules à n = 5 chromosomes simples. On distingue 2 anaphases : l'une montre 5 chromosomes dupliqués à chaque pôle (figure 1) et l'autre (figure 2) montre 5 chromosomes simples à chaque pôle
2) Document 1 : 3 : début de prophase ⟶ 2 : prophase ⟶ 1 : anaphase
Document 2: 4: prophase I ⟶ 1: anaphase I ⟶ 3: prophase II ⟶ 2: anaphase II
3) * points communs entre mitose et division réductionnelle de méiose concernant le comportement des chromosomes : à la prophase de mitose et à la prophase I, il y a individualisation de 2n chromosomes à 2 chromatides.

* différences :

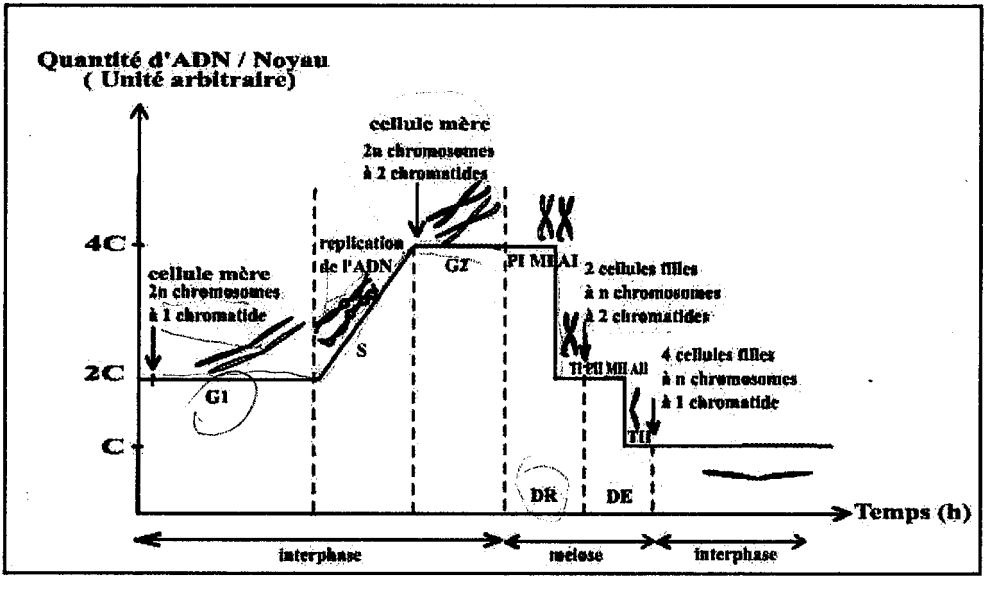
Phase	Mitose	Division réductionnelle de méiose
Prophase	Il n'y a pas de rangement particulier des 2 n chromosomes dupliqués	Appariement des chromosomes homologues formant 3 bivalents et formation de chiasma
Métaphase	Disposition de chaque chromosome sur une fibre du fuseau de division tel que le centromère se trouve sur le plan équatorial	Disposition de chaque bivalent sur une même fibre du fuseau achromatique leur centromère légèrement de part et d'autre du plan équatorial
Anaphase	Séparation des chromatides de chaque chromosome et migration vers chaque pôle de la cellule d'un lot de 2n = 6 chromosomes fils à 1 chromatide.	Séparation des 2 chromosomes de chaque bivalent (sans séparation des chromatides) et migration vers chaque pole de la cellule d'un lot de n = 3 chromosomes à 2 chromatides.

Conclusion : A partir d'une cellule mère diploïde (à 2n chromosomes dupliqués), la mitose aboutit à 2 cellules filles diploïdes (à 2n chromosomes simples chacune) alors que la division réductionnelle de méiose aboutit à 2cellules filles haploïdes (à n chromosomes dupliqués chacune)

La mitose garde constant le nombre de chromosomes (2n ⟶ 2n)

La division réductionnelle de méiose assure une réduction chromatique (2n ⟶ n)

EXERCICE 8

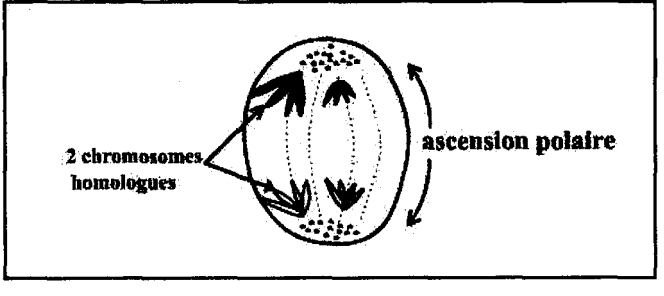


EXERCICE 9

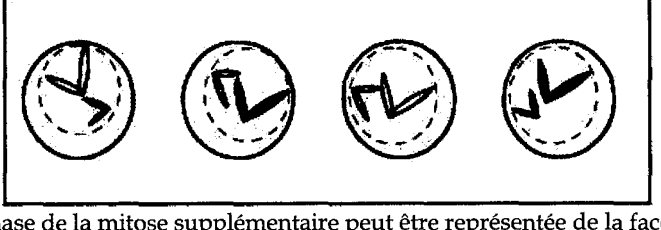
1) La phase représentée dans les figures A, B et C est l'anaphase

Figure	A	B	C
Type de division cellulaire	Division équationnelle de la méiose	Mitose	Division réductionnelle de la méiose
Phase	Anaphase II	Anaphase	Anaphase I
Justification	Lot de n = 2 chromosomes simples à chaque pôle de la cellule	Lot de 2n = 4 chromosomes simples à chaque pôle de la cellule	Lot de n = 2 chromosomes dédoublés à chaque pôle de la cellule

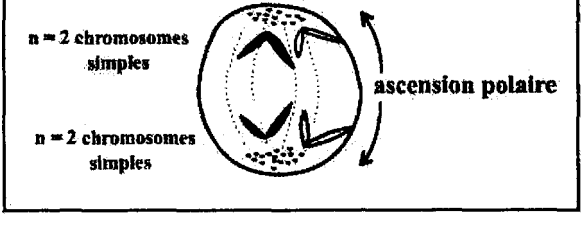
2) a-La figure c présente un brassage interchromosomique qui se fait à l'anaphase I. Il y a une autre disposition possible des chromosomes à l'anaphase I.



b- on peut obtenir 4 types de gamètes génétiquement différents par brassage interchromosomique (soit 2^2)



3) L'anaphase de la mitose supplémentaire peut être représentée de la façon suivante :



EXERCICE 10

1) 1 : prophse I ; 2 : anaphase I ; 3 : anaphase I

2) a- Il s'agit du phénomène de brassage intra et inter chromosomique

Explication :

- brassage intrachromosomique : échange de segments de chromatides non sœurs au sein d'une même paire de chromosomes homologues.
- brassage interchromosomique : répartition aléatoire des chromosomes de chaque paire de chromosomes homologues au cours de l'anaphase I

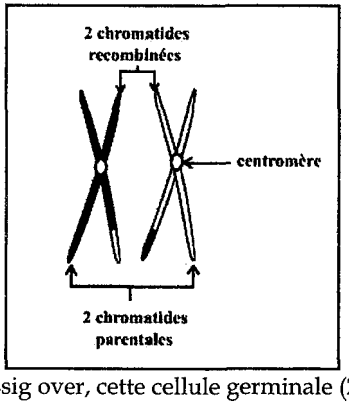
b- importance génétique : les brassages inter et intrachromosomiques conduisent à la diversité génétique des gamètes et donc la diversité des individus au sein d'une même espèce ou polymorphisme.

EXERCICE 11

1) Il s'agit de la prophase I :

Justification : présence de bivalents avec formation de chiasma et début de formation du fuseau achromatique

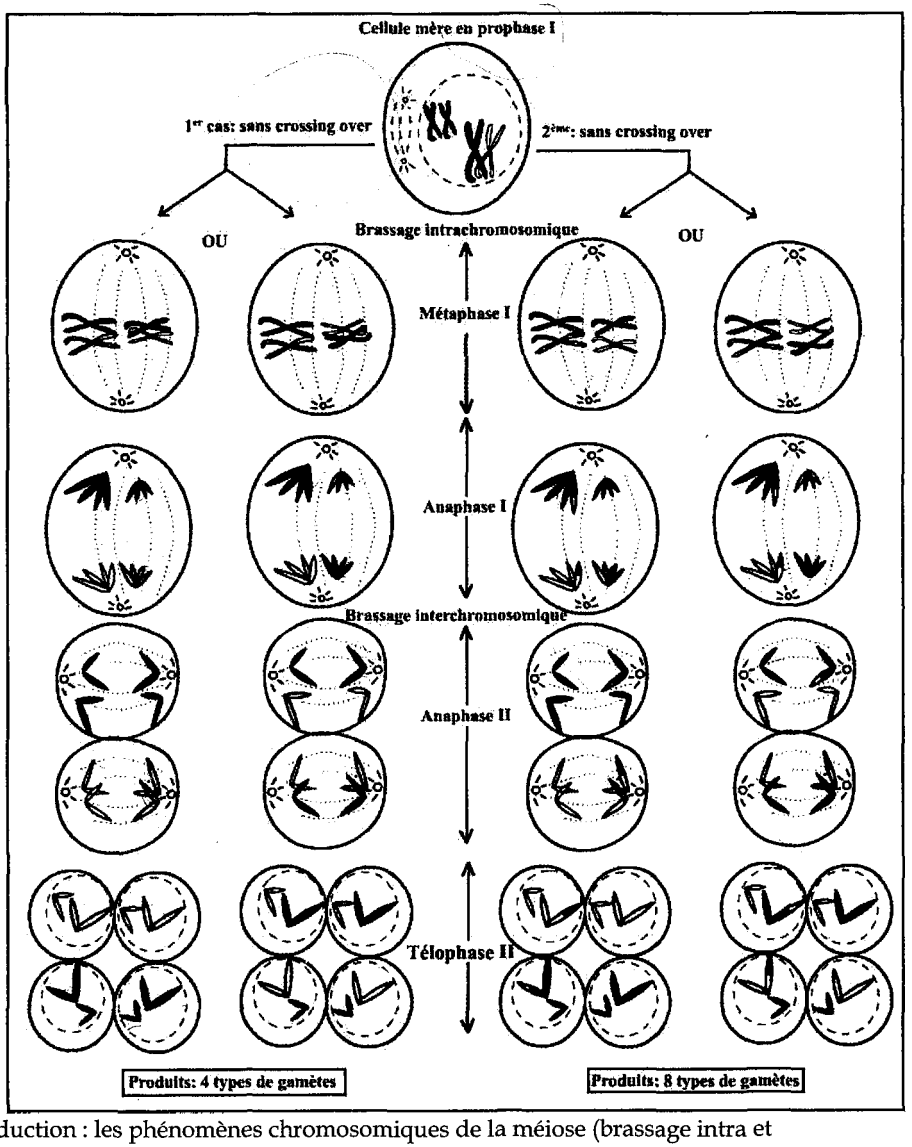
2) Le phénomène qui peut se produire dans la zone encadrée est le crossing over : échange de fragments chromosomiques entre 2 chromatides non sœurs au sein d'un bivalent.



3) - 1er cas : en absence de crossig over, cette cellule germinale (2n = 4) engendre 4 (soit 2^2) types de gamètes par brassage interchromosomique.

(une cellule à 2n chromosomes ⟶ 2n types de gamètes génétiquement différents)

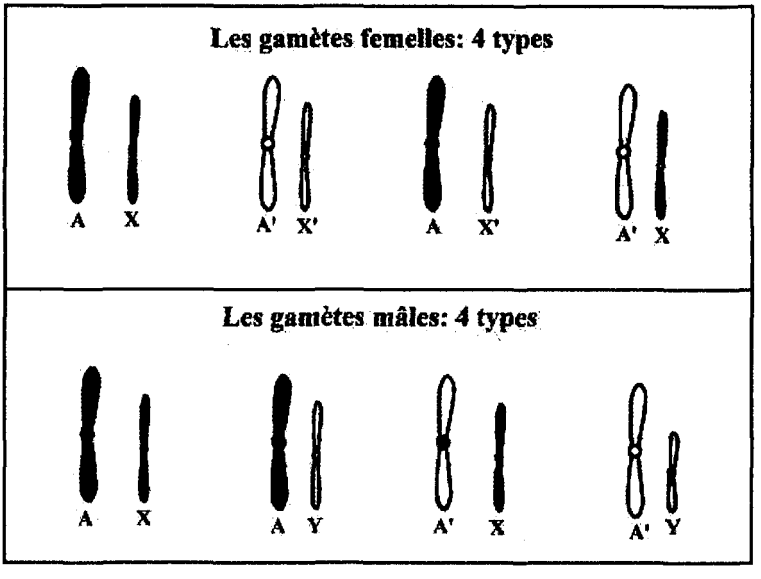
- 2ème cas : le crossing-over se produit, on obtient 8 types de gamètes dont 4 parentaux et 4 recombinés car un brassage intrachromosomique se superpose au brassage interchromosomique.



Déduction : les phénomènes chromosomiques de la méiose (brassage intra et interchromosomique) sont à l'origine de la diversité génétique des gamètes. Par conséquent, ils sont à l'origine de la diversité des individus (ou polymorphisme) suite à la fécondation.

Exercice 12

1)



2)

gamètes♂ / gamètes ♀	AX	A'X	AY	A'Y
AX	AA XX	AA' XX	AA XY	AA' XY
A'X	AA' XX	A'A' XX	AA' XY	A'A' XY
AX'	AA XX'	AA' XX'	AA X'Y	AA' X'Y
A'X'	AA' XX'	A'A' XX'	AA' X'Y	A'A' X'Y'

3) a- On obtient des zygotes aux génotypes parentaux comme ceux du document 1 et des nouveaux génotypes ou de génotypes recombinés comme ceux du document 2

b- Le brasage interchromosomique à la méiose conduit à une diversité de gamète chez chaque parent (chacun 4 types de gamètes génétiquement différents.

* l'union au hasard des différents types de gamètes mâles et femelles à la fécondation aboutit à une diversité de combinaisons chromosomiques à l'intérieur des zygotes (c'est le brassage génétique lors fécondation)

Les deux types de brassage sont ainsi à l'origine de l'apparition de nouveaux génotypes à la descendance donc de nouveaux phénotypes d'où la diversité des individus ou polymorphisme.

Transmission d'un couple d'allèles chez les diploïdes

EXERCICE 1

-*Hybridation:* croisement entre 2 individus appartenant à deux lignées pures de phénotypes différents pour un caractère donné.

- *Monohybridisme :* étude de la transmission d'un couple d'allèles.
- *Homozygote:* un individu est dit homozygote lorsqu'il porte 2 allèles identiques d'un même gène sur un bivalent
- *Hétérozygote :* un individu est dit hétérozygote lorsqu'il porte deux allèles différents d'un même gène sur un bivalent.
- *Test cross :* croisement entre individu de phénotype dominant et de génotype inconnu avec un individu de phénotype récessif.

-*Back cross* (ou croisement en retour) est le croisement d'un hybride (de la F_1) avec le parent récessif.

- *Gène autosomal* : gène porté par un chromosome autosomal
- *Gène lié au sexe* : gène porté soit par la partie spécifique de X qui n'a pas son équivalent sur Y soit porté par la partie spécifique de Y qui n'a pas son équivalent sur X

EXERCICE 2

1) b, c - 2) a, d - 3) b - 4) b, c.

EXERCICE 3

1) vraie, 2) fausse, 3) vraie, 4) fausse, 5) vraie, 6) vraie.

EXERCICE 4

1) Le caractère étudié est « la couleur du pelage ».
2) Le croisement est une hybridation et les descendants sont des hybrides.
3) Analyse : La F1 issue du croisement de 2 parents de lignées pures, l'un à pelage gris, l'autre à pelage blanc, donne une descendance homogène formée d'hybrides ayant le phénotype parental gris : ce phénotype est dominant.

Déduction : il s'agit d'un cas de monohybridisme à dominance absolue.

Soit le couple d'allèles (G,b)

- G détermine le phénotype gris
- b détermine le phénotype blanc. G > b

4) a)

Parents : phénotype	[G]	x	[b]
Génotype	$\frac{G}{G}$		$\frac{b}{b}$
	↓		↓
Génotype des gamètes	100% G		100% b

b) Génotype des individus de F1 : 100% $\frac{G}{b}$

Génotype des gamètes : 50%G 50%b

c)

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}G$	$\frac{1}{2}b$
$\frac{1}{2}G$	$\frac{1}{4}\frac{G}{G}[G]$	$\frac{1}{4}\frac{G}{b}[G]$
$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{4}\frac{G}{b}[G]$	$\frac{1}{4}\frac{b}{b}[b]$

Composition phénotypique de la F2 — composition génotypique de la F2

75% [G] → 25% $\frac{G}{G}$

75% [G] → 50% $\frac{G}{b}$

25% [b] → 25% $\frac{b}{b}$

EXERCICE 5

1) Interprétation génétique :

On étudie la transmission d'un caractère : « la couleur du corps » chez la drosophile ; il s'agit d'un monohybridisme.

Analyse du premier croisement :

Le croisement entre 2 individus l'un de phénotype gris, l'autre de phénotype noir donne une génération F1 homogène de phénotype gris. La première loi de Mendel s'applique donc les parents sont de lignées pures. Le premier croisement est une hybridation.

Les hybrides de la F1 ont le phénotype parental gris donc ce phénotype est dominant. Il s'agit d'un monohybridisme

Soit le couple d'allèles (n^+, n) :

- n^+ détermine le phénotype gris
- n détermine le phénotype noir. Avec $n^+ > n$

Analyse du deuxième croisement :

Le croisement des hybrides de F1 donne une génération hétérogène F2 comportant les proportions phénotypiques :

- $[n+] = \frac{153X100}{200} = 76{,}5\% \approx 75\%$
- $[n] = \frac{47X100}{200} = 23{,}5\% \approx 25\%$

Ces résultats rappellent ceux d'une F2 d'un monohybridisme autosomal à dominance absolue dans le cas où les parents sont hétérozygotes.

Interprétation génotypique et vérification des résultats :

1er croisement :

Parents :

Phénotype : $[n^+]$ x $[n]$

Génotype : $\frac{n^+}{n^+}$ $\frac{n}{n}$

méiose

Génotype des gamètes 100% n^+ 100% n

fécondation

F1 : Génotypes des hybrides : 100% $\frac{n^+}{n}$

Phénotype : $[n^+]$

2ème croisement

Parents F1 :

Phénotype : $[n^+]$ x $[n^+]$

Génotype : $\frac{n^+}{n}$ $\frac{n^+}{n}$

Méiose (*ségrégation des allèles* n^+ *et* n *à l'anaphase I*)

Génotype des gamètes 50%n^+ 50%n 50%n^+ 50%n

l'échiquier de croisement illustre la rencontre au hasard des gamètes des hybrides de laF1

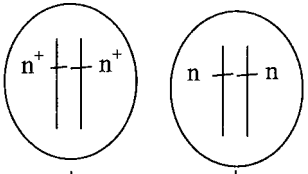
Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}n^+$	$\frac{1}{2}n$
$\frac{1}{2}n^+$	$\frac{1}{4}\frac{n^+}{n^+}[n^+]$	$\frac{1}{4}\frac{n^+}{n}[n^+]$
$\frac{1}{2}n$	$\frac{1}{4}\frac{n^+}{n}[n^+]$	$\frac{1}{4}\frac{n}{n}[n]$

Théoriquement, on obtient à la F2 ¾ $[n^+]$, ¼ [n] ; ces résultats vérifient les résultats expérimentaux.

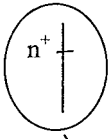
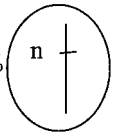
2) Interprétation chromosomique.

Parents :

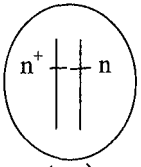
Phénotype : [n^+] X [n]



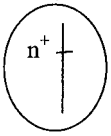
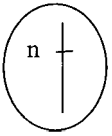
Méiose

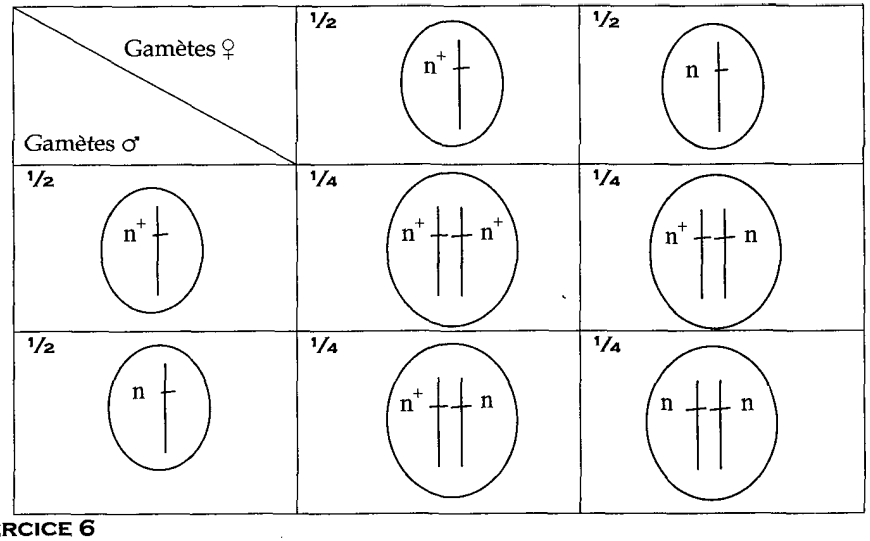
Gamètes : 100%  100% 

Fécondation

F1 : 100% 

Méiose

Gamètes : 50%  50% 



EXERCICE 6

1) On étudie le caractère « couleur du pelage » chez la souris.

* Dans la 2ème cage, le croisement d'une femelle de phénotype noir et d'un mâle de phénotype brun, donne une descendance homogène formée de souris de phénotype noir. La 1ère loi de Mendel s'applique. On en déduit que les parents croisés sont de lignées pures, les descendants obtenus sont des hybrides. Puisque ces hybrides ont le phénotype parental noir alors ce phénotype est dominant : il s'agit d'un cas de monohybridisme avec dominance absolue.

Soit le couple d'allèles (N, b)

- N détermine le phénotype noir
- b détermine le phénotype blanc avec N > b

* Dans la 1ère cage, le croisement d'une femelle [N] avec un mâle [b] donne une descendance hétérogène comportant :

- $\frac{21 \times 100}{43} = 48,83\% \simeq 50\%$
- $\frac{22 \times 100}{43} = 51,27\% \simeq 50\%$

Ces résultats rappellent ceux d'un test cross d'un monohybridisme autosomal à dominance absolue lorsque l'individu de phénotype dominant [N] est hétérozygote.

2) Interprétation génétique :

2ème croisement

Parents :

Phénotype : [N] x [b]

Génotype : $\frac{N}{N}$ $\frac{b}{b}$

Méiose

Génotype des gamètes : 100% N 100% b

Fécondation

F1 :

Génotype : 100% $\frac{N}{b}$

Phénotype : [N]

1er croisement :

Parents :

Phénotype : [N] x [b]

Génotype $\frac{N}{b}$ $\frac{b}{b}$

Méiose. *Chez le parent [N], il y a ségrégation des allèle N et b au cours de la formation des gamètes.*

Génotype des gamètes 50% N 50%b 100%b

Echiquier de croisement :

Gamètes ♀ / Gamètes ♂	½ N	$\frac{1}{2}$b
b	$\frac{1}{2}\frac{N}{b}$[N]	$\frac{1}{2}\frac{b}{b}$[b]

Résultats phénotypiques: 50%[N] ; 50%[b]

Les résultats théoriques donnés par l'échiquier sont conformes aux proportions expérimentales, il s'agit d'un cas de monohybridisme autosomal à dominance absolue.

EXERCICE 7

1) Le caractère étudié est « la couleur de plumage » chez la poule. Le croisement d'un coq de phénotype blanc avec une poule de phénotype noir donne une descendance homogène formée d'individus ayant un nouveau phénotype bleuté. Ce phénotype est intermédiaire : il s'agit d'un cas de monohybridisme à dominance intermédiaire.

Soit le couple d'allèle (B,N)

- B détermine le phénotype blanc
- N détermine le phénotype noir avec B=N

2) Parents :

Phénotype : [B] x [N]

Génotype : $\frac{B}{B}$ $\frac{N}{N}$

Méiose

Génotype des gamètes 100% B 100%N

Fécondation

F1 :

Génotype 100% $\frac{B}{N}$ Phénotype : [BN]

Méiose (*ségrégation des allèles N et B à l'anaphase I*)

Génotype des gamètes 50% B 50%N

L'échiquier de croisement illustre la rencontre au hasard des gamètes des hybrides de la F1 au cours de la fécondation

Gamètes ♂ / Gamètes♀	½ B	½ N
½ B	$\frac{1}{4}\frac{B}{B}$[B]	$\frac{1}{4}\frac{B}{N}$[B]
½ N	$\frac{1}{4}\frac{B}{N}$[B]	$\frac{1}{4}\frac{N}{N}$[N]

On obtient à la F2

$25\%[B] \rightarrow 25\% \frac{B}{B}$

$50\%[BN] \rightarrow 50\% \frac{B}{N}$

$25\%[N] \rightarrow 25\% \frac{N}{N}$

3) Parents :

Phénotype : [BN] x [B]

Génotype : $\frac{B}{N}$ $\frac{B}{B}$

Méiose. Chez le parent [NB], il ya ségrégation des allèles B et N

Génotype des gamètes 50% B 50%N 100%B

Echiquier de croissement

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	½ B	½ N
N	$\frac{1}{2}\frac{B}{N}[BN]$	$\frac{1}{2}\frac{N}{N}[N]$

Composition phénotypique

$\frac{1}{2}[BN]$: à plumage bleuté

$\frac{1}{2}[N]$: à plumage blanc

4) il n'est pas nécessaire de s'assurer de la pureté des races initiales car seul les individus de phénotype intermédiaires sont des hybrides.

EXERCICE 8

On étudie le caractère « forme des radis » : il s'agit d'un monohybridisme.

Le 3ème croisement entre radis ovales donne une génération formée d'individus présentant 3 phénotypes : long, ovale et rond comportant les proportions :

- $\frac{121x100}{483} = 25,05\% \simeq 25\%$ radis de forme longue
- $\frac{243x100}{483} = 50,3\% \simeq 50\%$ radis de forme ovale
- $\frac{119x100}{483} = 24,6\% \simeq 25\%$ radis de forme ronde

Ces résultats rappellent ceux d'une F2 (F1x F1) d'un monohybridisme à dominance intermédiaire.

Vérification :

Soit le couple d'allèle (R,L)

- R : détermine le phénotype rond.
- L : détermine le phénotype long. Avec R = L

Parents :

Phénotype [RL] x [RL]

Génotype $\frac{R}{L}$ $\frac{R}{L}$

Méiose (*ségrégation des allèles R et L à l'anaphase I*)

Génotype des gamètes 50%R 50%L 50%R 50%L

L'échiquier de croisement illustre la rencontre au hasard des gamètes.

Gamètes ♀ / Gamètes♂	½ R	½ L
½ R	$\frac{1}{4}\frac{R}{R}$[R]	$\frac{1}{4}\frac{R}{L}$[RL]
½ L	$\frac{1}{4}\frac{R}{L}$[RL]	$\frac{1}{4}\frac{L}{L}$[L]

Résultat phénotypiques : 1/4 [R], 2/4 [RL], 1/4 [L] :long.

Les résultats théoriques donnés par l'échiquier sont conformes aux résultat expérimentaux : il s'agit d'un cas de monohybridisme à dominance intermédiaire.

1er croisement :

Le croisement entre radis [L] et radis [RL] donne une génération hétérogène comportant les proportions :

- $\frac{159 \times 100}{315} = 50,47\% \simeq 50\%$ [RL]
- $\frac{156 \times 100}{315} = 49,52\% \simeq 50\%$ [L]

Parents :

Phénotype : [L] x [RL]

Génotype $\frac{L}{L}$ $\frac{R}{L}$

Méiose. Il y a ségrégation des allèles R et L chez le parent [RL]

Génotype des gamètes 100% L 50% R 50% L

Echiquier de croisement

Gamètes ♀ / Gamètes ♂	½ R	½ L
L	$\frac{1}{2}\frac{R}{L}$[RL]	$\frac{1}{2}\frac{L}{L}$[L]

Proportions phénotypiques : 50% [L] ; 50% [RL]

Les résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux.

2ème croisement

le croisement de radis [R] avec des radis [RL] donne une génération comportant les proportions :

- $\frac{199 \times 100}{402} = 49,50\% \simeq 50\%$
- $\frac{203 \times 100}{402} = 50,49\% \simeq 50\%$

Parents :

Phénotype : [R] x [RL]

Génotype : $\frac{R}{R}$ $\frac{R}{L}$

Méiose. Il y a ségrégation des allèles R et L chez le parent [RL]

Génotype des gamètes 100% R 50% R 50%L

Echiquier de croisement

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	½ R	½ L
R	$\frac{1}{2}\frac{R}{R}$[R]	$\frac{1}{2}\frac{R}{L}$[RL]

Résultats phénotypiques 50% [R] ; 50 % [RL]

Les résultats théoriques donnés par l'échiquier sont conformes aux résultats expérimentaux.

EXERCICE 9

1) Le caractère étudié est « la couleur du fruit » chez la tomate.

4ème croisement : Le croisement de tomates à fruits rouges entre elles, donne une génération hétérogène comportant les proportions :

- $\frac{125x100}{165} = 75,76\% \simeq 75\%$ de phénotype rouge
- $\frac{40x100}{165} = 24,24\% \simeq 25\%$ de phénotype jaune

Ces résultats rappellent ceux d'une F_2 (F_1 x F_1) d'un monohybridisme à dominance absolue où 75% représente la proportion du phénotype dominant, 25% représente la proportion du phénotype récessif. On en déduit que l'allèle qui détermine le phénotype rouge est dominant.

Soit le couple d'allèles (R, j) :

- R détermine le phénotype rouge
- j détermine le phénotype jaune ; avec R> j

2)

Génotype des parents dans chaque croisement	Justification
1er croisement [R] x [R] ⟶ 100%[R] $\frac{R}{R}$ $\frac{R}{R}$ ou $\frac{R}{R}$ $\frac{R}{j}$	Les parents sont de phénotype dominant , la première loi de Mendel ne s'applique pas et on n'est pas sûr de la pureté des deux parents
2ème croisement : [R] x [j] ⟶ 100%[R] $\frac{R}{R}$ $\frac{j}{j}$	La première loi de Mendel s'applique ; les parents de phénotype différents sont sûrement de lignée pure.
3ème croisement : [R] x [j] ⟶ 50%[R] + 50% [j] $\frac{R}{j}$ $\frac{j}{j}$	C'est le résultat d'un test cross dans lequel le parent testé de phénotype dominant [R] est hétérozygote.
4ème croisement : [j] x [j] ⟶ 100% [j] $\frac{j}{j}$ $\frac{j}{j}$	Les parents de phénotype récessif [j] sont obligatoirement de lignée pure, car l'allèle « j » étant récessif, il ne s'exprime dans le phénotype que s'il se trouve en double exemplaires c'est à dire, ne s'exprime que chez les homozygotes.
5ème croisement : [R] x [R] ⟶ 75%[R] 25% [j] $\frac{R}{j}$ $\frac{R}{j}$	C'est le résultat de laF2 issu du croisement d'un monohybridisme à dominance absolue (3/4 phénotype dominant + ¼ phénotype récessif) : les parents sont nécessairement hétérozygotes.

EXERCICE 10

Le caractère étudié est « la couleur du fruit » chez la courge. Il s'agit d'un monohybridisme. Ce caractère se manifeste par 3 phénotypes : [jaune], [vert] et [jaune rayé de vert] tel que le 3ème phénotype est intermédiaire entre les deux premiers.

Le *2ème croisement* effectué entre courges à fruits rayés donne une génération hétérogène présentant les proportions :

- $\frac{268 \times 100}{531} = 50,47\% \simeq 50\%$ à fruits rayés
- $\frac{135 \times 100}{531} = 25,42\% \simeq 25\%$ à fruits verts

- $\frac{128x100}{531} = 24,1\% \simeq 25\%$ à fruits jaunes

Ces résultats rappellent ceux d'une F_2 (= F_1 x F_1) dans le cas d'un monohybridisme autosomal à dominance intermédiaire : 1/4 du 1er phénotype parental + 1/2 de phénotype intermédiaire + 1/4 du 2ème phénotype parental

Soit le couple d'allèle (V, J)

- V détermine le phénotype vert.
- J détermine le phénotype jaune. Avec V = J

Vérification :

Parents :

Phénotype [VJ] x [VJ]

Génotype $\frac{V}{J}$ x $\frac{V}{J}$

Méiose (*ségrégation des allèles V et J à l'anaphase I*)

Génotypes des gamètes 50%V 50%J 50%V 50%J

L'échiquier de croisement illustre la rencontre au hasard des gamètes

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}$V	$\frac{1}{2}$J
$\frac{1}{2}$V	$\frac{1}{4}\frac{V}{V}$[V]	$\frac{1}{4}\frac{V}{J}$[VJ]
$\frac{1}{2}$J	$\frac{1}{4}\frac{V}{J}$[VJ]	$\frac{1}{4}\frac{J}{J}$[J]

Les proportions phénotypiques: 1/4 [V], 1/2 [VJ], 1/4 [J]

Ces résultats théoriques donnés par l'échiquier sont conformes aux résultats expérimentaux:

Le *1er croisement* de courges à fruits rayés par des courges à fruits verts donne une génération hétérogène comportant les proportions:

- $\frac{266x100}{508} = 52,36\% \simeq 50\%$ à fruits rayés
- $\frac{242x100}{508} = 47,64\% \simeq 50\%$ à fruits verts

Parents:

Phénotype : [VJ] x [V]

Génotype : $\frac{V}{J}$ x $\frac{V}{V}$

Méiose Il y a ségrégation des allèles V et J chez le parent [VJ]

Génotype des gamètes 50%V 50%J 100%V

Echiquier de croisement :

Gamète ♀ / Gamète ♂	$\frac{1}{2}V$	$\frac{1}{2}J$
V	$\frac{1}{2}\frac{V}{V}[V]$	$\frac{1}{2}\frac{V}{J}[VJ]$

On obtient 1/2 [V] 1/2 [VJ]

Ces résultats théoriques sont conformes aux résultas expérimentaux.

Conclusion : il s'agit d'un cas de monohybridrisme à dominance intermédiaire.

EXERCICE 11

On étudie la transmission du caractère « couleur des graines » chez le petit pois. Il s'agit d'un monohybridisme

Analyse des résultats du *3ème croisement*:

Par autofécondation, les graines N2 donne une génération F'_2 hétérogène comportant les proportions :

- $\frac{55x100}{213} = 25,82\% \simeq 25\%$ graines vertes.
- $\frac{158x100}{213} = 74,18\% \simeq 75\%$ graines jaunes.

Ces résultats rappellent ceux d'une F_2 (= F_1 x F_1) d'un monohybridisme autosomal à dominance absolue dans le cas où les parents sont hétérozygotes. L'allèle qui détermine le phénotype jaune est dominant puis qu'on obtient 75% graines jaunes donc les graines N_2 sont hétérozygotes ; l'allèle qui détermine le phénotype vert est récessif.

Soit le couple d'allèles (J, v):

- J détermine le phénotype jaune.
- v détermine le phénotype vert avec J > v

Parents :

Phénotype : [J] x [J]

Génotype : $\frac{J}{v}$ x $\frac{J}{v}$

Méiose (*ségrégation des allèles J et v à l'anaphase I*)

Génotypes des gamètes 50%J 50%v 50%J 50%v

L'échiquier de croisement illustre la rencontre au hasard des gamètes

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}J$	$\frac{1}{2}v$
$\frac{1}{2}J$	$\frac{1}{4}\frac{J}{J}[J]$	$\frac{1}{4}\frac{J}{v}[J]$
$\frac{1}{2}v$	$\frac{1}{4}\frac{J}{v}[J]$	$\frac{1}{4}\frac{v}{v}[v]$

Ont obtient 3/4 [J], 1/4 [v] ces résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux, il s'agit d'un cas de monohybridisme à dominance absolue.

2ème croisement :

L'autofécondation de N_1 [J] donne une génération homogène formée de graines [J]. La graine N_1est nécessairement de lignée pure $\frac{J}{J}$. (Si elle était $\frac{J}{v}$, son autofécondation aurait donné des [J] et des [v]).

1er croissement :

Le croisement de 2 graines [J] (P_1 et P_2) donne une génération F_1 homogène composée de graines [J].

La F_1 comporte des graines N1 [J] de génotype $\frac{J}{J}$ (*2ème croisement*) et des graines N_2 [J] de génotype $\frac{J}{v}$ (*3ème croisement*) d'où l'un des parent P_1[J] est hétérozygote $\frac{J}{v}$ l'autre P_2 [J] est homozygote $\frac{J}{J}$.

EXERCICE 12

1) On étudie la transmission du caractère « présence de touffe de plumes sur la tête » chez le canaris. Il s'agit d'un monohybridisme.

2) Le *1er croisement* de 2 parents de même phénotype huppé donne une génération hétérogène comportant en plus des canaris huppés, des canaris normaux. D'où l'allèle qui détermine le phénotype normal existe chez au moins l'un des deux parents mais ne s'exprime pas, il est donc récessif, l'allèle qui détermine le phénotype huppé est dominant.

Soit le couple d'allèle (H, n)

- H détermine le phénotype huppé.
- n détermine le phénotype normal. Avec H > n

3) Le *3eme croisement* effectué entre canaris [n] donne une génération homogène [n] les parents croisés sont homozygotes puisque l'allèle normal est récessif.

Le *2eme croisement* entre canaris [H] et canaris [n] donne une génération hétérogène formée de 50% de [H] et 50% [n], c'est le résultat d'un test cross d'un mono hybridisme autosomal dans le cas où le parent, de phénotype dominant, [H] est hétérozygote.

Parent:

phénotype : [H] x [n]

Génotype : $\frac{H}{n}$ x $\frac{n}{n}$

Méiose

Génotype des gamètes : 50%H 50%n 100%n

Il y a ségrégation des allèles H et n à l'anaphase I de la méiose au cours de la formation des gamètes chez le parent [H]

Echiquier de croisement

Gamète ♀ / Gamète ♂	$\frac{1}{2}H$	$\frac{1}{2}n$
n	$\frac{1}{2}\frac{H}{n}[H]$	$\frac{1}{2}\frac{n}{n}[n]$

On obtient 50% [H], 50% [n]

Le *1er croisement* entre canaris [H) devrait aboutir aux proportions 3/4 [H], 1/4 [n]

Les résultats $\frac{2}{3}[H],\frac{1}{3}[n]$ ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un allèle létal (d'après les données de l'exercice) l'allèle létal ne peut pas être l'allèle récessif n car le phénotype n existe (génotype $\frac{n}{n}$) l'allèle létal est donc H : les embryons $\frac{H}{H}$ ne sont pas viables.

Vérification

Parent:

Phénotype : [H] x [H]

Génotype : $\frac{H}{n}$ x $\frac{H}{n}$

Méiose (*ségrégation des allèles H et n à l'anaphase I*)

Génotype des gamètes : 50%H 50%n 50%H 50%n

Echiquier de croisement

Gamètes ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}H$	$\frac{1}{2}n$
$\frac{1}{2}H$	$\frac{1}{4}\frac{H}{H}[H]$ (non viables)	$\frac{1}{4}\frac{H}{n}[H]$
$\frac{1}{2}n$	$\frac{1}{4}\frac{H}{n}[H]$	$\frac{1}{4}\frac{n}{n}[n]$

On obtient sur le total de la descendance:

$\frac{2}{3}[H] \rightarrow \frac{H}{n}$

$\frac{1}{3}[n] \rightarrow \frac{n}{n}$

EXERCICE 13

1) On étudie la transmission du caractère « couleur du corps » chez un insecte : c'est un cas de monohybrisme

Le *1er croisement* est une hybridation car les parents sont de lignées pures et de phénotypes différents, la F1 est homogène vérifiant la 1ère loi de Mendel

Les hybrides de la F_1 ont le phénotype parental vert d'où c'est un cas de monohybridisme à dominance absolue.
Soit le couple d'allèles (V, j)
- V détermine le phénotype vert.
- j détermine phénotype jaune. Avec V > j

2)
a) Hypothèse : le gène est autosomal.
Le croisement **a** ne présente pas de contradiction avec cette hypothèse puisqu'il rappelle le résultat d'un test cross d'un monohybridisme autosomal dans le cas où le testé (femelle de la F1) est hybride. En effet, la descendance de ce croisement comporte :

1/2 [V] → 50% femelles, 50% mâles 1/2 [j] → 50% femelles, 50% mâles

Cependant si le gène était autosmal, les ♂ [V] du croisement **b** seraient hybrides $\frac{V}{j}$ pour avoir des descendants [j] et dans ce cas aussi, la descendance serait formée :

3/4 [V] → 50% femelles, 50% mâles 1/4 [j] → 50% femelles, 50% mâles

(résultat de la F_2 du croisement des hybrides)
Or, la descendance de **b** est différente de $\frac{3}{4}$ [V] et $\frac{1}{4}$ [j] et elle présente une ségrégation phénotypique selon le sexe : ♀[V] et ♂[V] et [j].
Donc l'hypothèse du gène autosomal est à rejeter.
Conclusion : le gène est porté par X
Vérification
1er croisement :
Parents :

Phénotype	♀[V]	x	♂[j]
Génotype	$\frac{X_V}{X_V}$		$\frac{X_j}{Y}$
	↓		Méiose ↙ ↘
Génotype des gamètes	100% X_V		50% X_j 50% Y

Echiquier de croisement :

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}X_j$	$\frac{1}{2}Y$
$1\ X_V$	$\frac{1}{2}\frac{X_V}{X_j}$ [V]♀	$\frac{1}{2}\frac{X_V}{Y}$ [V]♂

2ème croisement

*Croisement **a***

Parents :

Phénotype : ♀[V]$_{F1}$ x ♂[j]

Génotype : $\frac{X_V}{X_j}$ $\frac{X_j}{Y}$

Méiose

Génotype des gamètes 50%X^V 50 %X^j 50%X^j 50%Y

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}X_j$	$\frac{1}{2}Y$
$1/2X_V$	$\frac{1}{4}\frac{X_V}{X_j}$ [V]♀	$\frac{1}{4}\frac{X_V}{Y}$ [V]♂
$1/2X_j$	$\frac{1}{4}\frac{X^j}{X^j}$ [j]	$\frac{1}{4}\frac{X_j}{Y}$ [j]♂

On obtient :

25% ♂[V] ; 25% ♂[j] ; 25% ♀ [V] ; 25% ♀ [j]

*Croisement **b***

Parents

Phénotype ♀[V]$_{F1}$ x ♂[V]

Génotype $\frac{X_V}{X_j}$ $\frac{X_V}{Y}$

Méiose

Génotype des gamètes 50%X_V 50 %X_j 50%X_V 50%Y

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}X_V$	$\frac{1}{2}Y$
$1/2X_V$	$\frac{1}{4}\frac{X_V}{X_V}$ [V]♀	$\frac{1}{4}\frac{X_V}{Y}$ [V]♂
$1/2X_j$	$\frac{1}{4}\frac{X_V}{X_j}$ [j] ♀	$\frac{1}{4}\frac{X_j}{Y}$ [j]♂

On obtient :

25% ♂[V] ; 25% ♂[j] ; 50% ♀ [V]

Les résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux. Il s'agit d'un gène lié au sexe porte par X.

EXERCICE 14

1) On étudie la transmission du caractère « couleur du pelage» chez la souris : c'est un cas de monohybrisme.

Le *1er croisement* est une hybridation car les parents croisés sont de lignées pures et de phénotypes différents

Relation de dominance : la descendance comporte un phénotype intermediaire entre le phénotype beige et le phénotype noir il s'agit d'une codominance.

Soit (N,B) le couple d'allèle quicontrôle le caractère étudié avec :

N détermine le phénotype noir

B détermine le phénotype beige N=B

Localisation :

Hypothèse 1 : le gène est autosomal.

- la descendance étant hétérogène, la première loi de Mendel n'est pas vérifiée.
- Il y a ségrégation phénotypique selon le sexe : les mâles et les femelles n'ont pas le même phénotype. L'hypothèse 1 est à rejeter

Hypothèse 2 : le gène est porté par la partie spécifique à Y :

Le caractère étudié existe chez les femelles (qui n'ont pas de Y). Cette hypothèse est à rejeter

Conclusion : le gène est porté par la partie spécifique à X.

Vérification

Parents :

Phénotype : ♀[B] x ♂[N]

X_B

Génotype : $\frac{X_B}{X_B}$ $\frac{X_N}{Y}$

Méiose

Génotype des gamètes 100% X_B 50%X_N 50%Y

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}X_N$	$\frac{1}{2}Y$
X_B	$\frac{1}{2}\frac{X_N}{X_B}$ [NB]♀	$\frac{1}{2}\frac{X_B}{Y}$ [B]♂

On obtient :
F1 : 50% ♀[NB] : tacheté
50% ♂ [B] : beige
2) Parents :
Phénotype : ♀[NB] x ♂[B]
X_B

Génotype : $\frac{X_N}{X_B}$ $\frac{X_B}{Y}$

Méiose

Génotype des gamètes 50% X_N 50% X_B 50%X_B 50%Y

Gamète ♂ / Gamète ♀	$\frac{1}{2}X_B$	$\frac{1}{2}Y$
$\frac{1}{2}X_N$	1/4 $\frac{X_N}{X_B}$ [NB]♀	1/4 $\frac{X_N}{Y}$ [B]♂
$\frac{1}{2}X_B$	¼ $\frac{X_\lambda}{X_B}$	1/4 $\frac{X_B}{Y}$

On obtient en F_2 25% ♀[B]
25% ♂[N]
25%♀[NB]
25% ♂[B]

3) Etant donné que les mâles ne possèdent qu'un seul chromosome X, ils ne peuvent pas avoir à la fois les 2 allèles N et B du gène, c'est pour cela qu'il ne peut y avoir de mâles de phénotype intermédiaire (ce phénotype n'existe que chez les femelles)

Dynamique du globe terrestre

Exercice 1

- *Séisme :* ensemble de secousses plus ou moins violentes, répétitives qui affectent une région du globe terrestre.
- *Rift :* c'est un fossé d'effondrement le long d'une fracture de l'écorce terrestre situé généralement à l'axe d'une dorsale océanique ou dans un continent (rift africain) à intense activité volcanique.
- *ZFV :* zone à faible vitesse de propagation des ondes sismique ou LVZ (Low Velocity zone)
- *Hypocentre :* point du globe terrestre où un séisme prend naissance appelé pour cela foyer du séisme, situé à une profondeur variable.
- *Epicentre :* point de la surface terrestre correspondant à la propagation verticale de l'hypocentre et où le séisme est ressenti le plus fort.
- *Ondes sismiques* : dissipation de chaleur sous forme de vibrations qui se propagent dans toutes les directions sous forme d'ondes à partir du foyer du séisme.
- *Croûte continentale :* constituée essentiellement de granite recouvert de dépôt sédimentaire
- *Lithosphère :* couche froide et rigide ne dépassant pas 100 à 150 Km formée par la croûte et le manteau supérieur. Elle est découpée en plaques lithosphériques d'épaisseurs variables
- *Asthénosphère :* zone visqueuse de plasticité et de température supérieures à la lithosphère. C'est la zone des magmas qui présente des courants de convection dont la profondeur est à environ 700 Km.
- *Eruption volcanique :* manifestation dynamique du globe terrestre au cours de laquelle, les matériaux des profondeurs de la terre sont projetés à la surface.
- *Roche volcanique :* ce sont des roches qui se forment lors d'une activité éruptive après refroidissement du magma à la surface du globe terrestre.
-*Plancher océanique :* correspond à une croûte basaltique de quelques kilomètres d'épaisseur qui est recouvert par des sédiments marins sauf à l'aplomb du rift où le basalte est nu.
- *Dorsale océanique* (ou ride océanique) : immense chaîne de montagne sous marine de plus de 6 000 Km de long, 1000 à 3 000 Km de large et s'élève à 150 m au dessus des plaines abyssales et présente le long de son axe un rift limité par de multiples failles.
- *Accrétion :* création de croûte océanique nouvelle au niveau du rift par remontée de matériaux magmatiques à partir de l'asthénosphère.
- *Expansion :* élargissement permanent de la surface du plancher océanique qui est une conséquence de l'accrétion. :
- *Subduction :* enfoncement de la lithosphère océanique, dense, dans l'asthénosphère sous une plaque lithosphérique moins dense au niveau d'une fosse.
- *Collision :* c'est l'affrontement de deux plaques continentales à la suite d'une subduction qui a fait disparaître la croûte océanique séparant ces deux plaques.

Exercice 2

1) b, c - 2) b - 3) b - 4) b, c - 5) a, c, d - 6) c - 7) a, c, d - 8) b, c

EXERCICE 3

N° des affirmations justes	N° des affirmations fausses et correction
5, 7, 11, 12, 13, 14, 16	1 : la terre est formée de couches concentriques de densité croissante de la périphérie vers le centre du globe. 2 : l'hypocentre est le lieu du globe où s'est produite la rupture des roches, responsables de ce séisme de rupture des roches. 3 : seules les ondes P traversent la totalité des couches profondes du globe. 4 : une onde sismique s'accélère lorsque la densité du milieu traversé augmente 6 : la radioactivité naturelle des roches profondes est importante elles jouent un rôle essentiel dans la production d'énergie interne. 8 : l'expansion du plancher océanique se réalise à une vitesse sensiblement égale de part et d'autre du rift 9 : les frontières des plaques sont actives. 10 : les limites des plaques ne coïncident pas avec celles des continents. 15 : au niveau des zones de subduction l plaque plongeante est de nature basaltique

EXERCICE 4

1) A : l'hypocentre

B : l'épicentre

2) L'intensité du séisme est plus forte en B qu'en C et D car l'épicentre (B) est le plus proche de l'hypocentre.

$I_B > I_C > I_D$

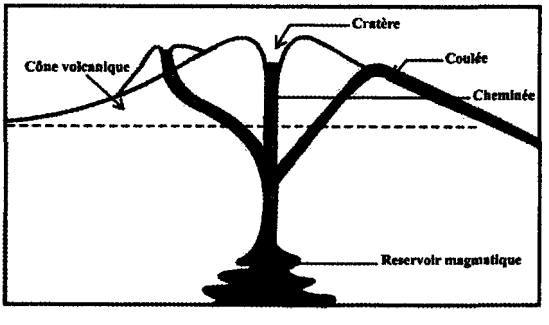
D'une manière générale, plus on s'éloigne de l'épicentre, plus l'intensité du séisme diminue.

3) L'origine des ondes sismiques :

Ces ondes sont dues à une rupture brutale de roches internes suite à un accident tectonique. La rupture des roches s'accompagne d'une libération d'énergie à partir du foyer, cette énergie se propage sous formes d'ondes sismiques permettant de dissiper une partie de l'énergie libérée par le séisme.

EXERCICE 5

1)



2) - *Magma :* matière en mouvement se trouvant dans l'asthénosphère et pouvant parfois arriver en surface par une fracture ouverte.
- *Laves :* matériaux en fusion montés des profondeurs de la terre lors d'une éruption volcanique.
3) Les volcans confirment que l'intérieur de la terre est à température très élevée puisque le basalte sort à une température de 1200°C, ceci est du à la radioactivité des roches qui produit de l'énergie par désintégration des éléments radioactifs tel que l'uranium. Ces réactions exothermiques se déroulent dans le manteau et la majeure partie de cette énergie est diffusée sous forme de chaleur.

EXERCICE 6

1) X : onde P : ondes primaires
Y : onde S : ondes secondes
Z : onde L : ondes longues
2) D'après le document, une minute est représentée par 7 mm.
On mesure la distance séparant les 2 types d'ondes P et S sur le sismogramme, elle est égale à 23 mm.

Le temps Δt qui sépare l'arrivée des deux types d'ondes = $\frac{23}{7}$ = 3mn 28 s.

3) $V = \frac{d}{t}$

d : distance qui sépare la station d'enregistrement de l'épicentre.
t : temps d'arrivée de l'onde.
V_P : Vitesse de propagation des ondes P

$$V_P = \frac{d}{t_1} = \frac{2200\times10^3}{(4\times60)+10} = \frac{2200\times10^3}{250} = 8{,}8\ 10^3\,m/s$$

V_S : Vitesse de propagation des ondes S

$$V_P = \frac{d}{t_2} = \frac{d}{t_1+\Delta t} = \frac{2200\times10^3}{(4\times60)+10+(3\times60)+28} = \frac{2200\times10^3}{458} = 4{,}803\ 10^3\,m/s$$

$V_P > V_s$: les ondes P ont une vitesse plus rapide que les ondes S.

EXERCICE 7

1) * *Calcul de la vitesse des ondes L :*
- Pour la distance $d_1 = 2\ 10^3$ km
A partir de l'hodographe, on peut lire le temps d'arrivée correspondant à cette distance
t_1 = 8 mn = 8 x 60 = 480 s

$$V_{1L} = \frac{d_1}{t_1} = \frac{210^3}{480} = 4{,}16 \text{ km / s.}$$

- Pour la distance $d_2 = 6\ 10^3$ km

$$V_{2L} = \frac{d_2}{t_2} = = \frac{610^3}{23\times60} = \frac{610^3}{1380} = 4{,}34 \text{ km /s}$$

La vitesse V_L est presque constante

$V_{1L} \approx V_{2L}$ d'où V_L moyenne = 4,25 km /s

- A partir de ces résultats ou à partir de l'analyse de l'hodographe de l'onde L (qui est une droite passant par l'origine) on peut affirmer que l'onde L se propage à une vitesse constante. Ceci indique que le milieu traversé ne change pas de propriétés, il s'agit d'un milieu homogène, en effet les ondes L se propagent près de la surface du globe à vitesse presque constante.

*2) * Calcul de la vitesse des ondes S*

- Pour $d_1 = 2\ 10^3$ km

t_1 : le temps d'arrivée des ondes S d'après l'hodographe est 6 mn 25 s

$$V_{1S} = \frac{d_1}{t_1} = \frac{210^3}{(6\times 60)+25} = \frac{210^3}{360+25} = \frac{210^3}{385} = 5,19 \text{ km/s}$$

- Pour $d_2 = 6\ 10^3$ km

$t_2 = 16$ mn

$$V_{2S} = \frac{d_2}{t_2} = \frac{610^3}{(16\times 60)} = \frac{610^3}{960} = 6,25 \text{ km/s}$$

** Calcul de la vitesse des ondes P :*

-Pour $d_1 = 2\ 10^3$ km

$t_1 = 3$ mn 12s

$$V_{1P} = \frac{210^3}{(3\times 60)+12} = \frac{210^3}{192} = 10,4 \text{ km/s}$$

- Pour $d_2 = 6\ 10^3$ km

$t_2 =$ 8mn 43s

$$V_{2P} = \frac{d_2}{t_2} = \frac{610^3}{8mn43s} = \frac{610^3}{(8\times 60)+43} = \frac{610^3}{523} = 11,47 \text{ km/s}$$

D'après ces résultats, la vitesse de propagation des ondes P et S n'est pas constante : plus on s'éloigne de l'épicentre, plus la vitesse moyenne des ondes P et S est élevée. Cela signifie qu'elles ne se propagent pas dans un milieu homogène.

Et sachant que plus un matériau est dense plus la vitesse de propagation des ondes y est élevée.

En intégrant ces différentes données on peut déduire que les ondes P et S traversent les zones profondes du globe terrestre et que plus on s'enfonce dans le globe terrestre, plus le matériau rencontré est dense.

EXERCICE 8

1) a- Les stations qui ont recueilli les ondes S sont : A, B, C et D.

b- V_S (A) = 2, 5 km/s < V_S (B) = 5 km/s < VS (C) = 5, 5 km/s < V_S (D) = 6 Km/s

On peut déduire que plus on s'éloigne de l'épicentre, c'est-à-dire plus les ondes S ont traversé des zones de plus en plus profondes plus la vitesse de propagation est importante.

c- La disparition des ondes S dans les stations E et F implique que ces ondes sont arrêtées à partir de 2900 km de profondeur. Sachant que ce type d'ondes ne se propage pas en milieu liquide, leur absence peut être considérée comme indicateur de l'état «liquide» à partir de 2900 km de profondeur ce qui marque la présence d'une surface de discontinuité à cette profondeur.

2) On constate que la variation de la vitesse des ondes S en fonction de la profondeur est toujours la même quelque soit la localisation géographique du séisme et des lieux d'enregistrements du séisme. On peut déduire que le globe terrestre a une structure en couches concentriques.

Exercice 9

1) La lecture de ces tableaux permet de déduire que la vitesse des ondes P et S varie selon :

- La nature de la roche et de l'état physique fluide ou solide.
- La densité des roches, plus la densité de la roche est grande, plus la vitesse des ondes P et S est grande.
- La pression exercée sur la roche, plus la roche est soumise à une forte pression plus la vitesse de propagation des ondes est grande.
- La température, plus la température diminue en s'approchant de la surface du globe, plus la vitesse des ondes P et S augmente.

2) - La densité moyenne de la terre = 5,51

- La densité moyenne des roches de surface est = 2,4

donc on peut faire la différence pour estimer la densité moyenne des roches profondes :

5,51 - 2,4 = 3,11. On peut déduire que la densité des roches profondes est supérieure à celle des roches de surface

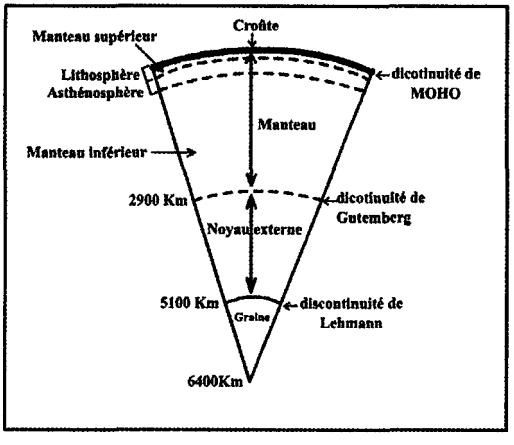
Exercice 10

1) a- Les ondes (a) sont celles qui se propagent en profondeur dans le globe terrestre à travers des milieux liquide et solide avec une vitesse supérieure à 8 km/s c'est à dire Va > Vb ce qui implique que les ondes (a) sont les ondes P (ondes primaires) alors que les ondes (b) sont les ondes S (secondes) qui sont moins rapides et sont arrêtées à 2900 km de profondeur.

b- Un troisième type d'ondes sismiques ne figure pas dans le document A : il s'agit des ondes L, ce sont des ondes de surface qui ne se propagent pas en profondeur ; ce ne sont pas des ondes de volume.

c- A certaines profondeurs, la vitesse de propagation des ondes P et S subit une variation brusque ce qui implique le passage brusque d'un milieu à un autre avec changement soit de l'état physique dus à l'action conjointe de la pression et de la température, soit de la composition chimique, soit les deux à la fois. Ces zones de transitions correspondent à des discontinuités dans le globe terrestre.

2)



EXERCICE 11

1) Au environ de 50 km de profondeur, on note une augmentation de la vitesse des ondes sismiques qui dépasse 7 km/s pour les ondes P alors que les ondes S dépassent 4 km/s : ce qui met en évidence la discontinuité de Moho qui marque la limite entre la croûte terrestre et le manteau supérieur (d'après le document 2), cette discontinuité correspond à une variation dans la composition chimique des matériaux (la matière reste solide).

- Entre 100 et 200 km de profondeur en moyenne les vitesses des ondes sismiques sont freinées, ce ralentissement s'explique par la présence d'une couche de matériaux de moindre rigidité : zone de moindre vitesse des ondes sismiques «LVZ» (document 2) c'est la zone des magmas constitué de roches partiellement en fusion et formant une partie de l'asthénosphère.

Les limites de l'asthénosphère sont marquées par une variation de vitesse des ondes P et S.

- Au-delà de 200 km, l'accélération des ondes se poursuit jusque vers 2900 km de profondeur, les ondes P dépassent 13 km/s alors que les ondes S dépassent 7 km/s.
- A 2900 km de profondeur, la vitesse des ondes P chute. Cette variation brutale montre qu'il y a une discontinuité majeure ; la discontinuité de Gutenberg qui marque la limite entre le manteau et le noyau. La disparition des ondes S, implique que le noyau externe est fluide ou (liquide). On en déduit qu'à 2900 km c'est à la fois une discontinuité chimique et physique.
- Vers 5100 km de profondeur, il y a réapparition des ondes S avec augmentation brutale de la vitesse des ondes P : ceci implique l'existence d'une 3ème discontinuité dite de Lehmann et puisque les ondes S réapparaissent donc on peut penser que le noyau interne est solide.

EXERCICE 12

1) En 1912, Wegener a émis une théorie «dérive des continents». Selon lui tous les continents étaient rassemblés en un super continent : la Pangée, qui serait fragmenté vers la fin de l'ère primaire et les morceaux auraient dérivé depuis cette époque jusqu'à nos jours.

Les points principaux de son argumentation sont :

- Arguments géographiques : complémentarité entre les profils côtiers de part et d'autres de l'Atlantique.

- Arguments paléontologiques : les mêmes fossiles continentaux se sont retrouvés en Afrique et en Amérique du Sud.
- Arguments paléoclimatiques : présence d'indice d'une grande glaciation de part et d'autres de l'Atlantique.
- Arguments géologiques : même formation géologique des roches rares d'âge primaire se sont retrouvées dans le Sud Est du Brésil et à l'Ouest de l'Afrique.

2) a- C → 1, A → 2, B → 3

b- * Commentaire de la carte C : il y a 200 MA ; la surface de la terre comprenait un immense continent unique : la Pangée entourée par un seul océan : la Paléothétys.

* Commentaire de la carte A : il y a 180 MA : la Pangée se fissure.

- Un rift se forme provoquant l'ouverture de l'océan Atlantique central et la séparation de deux grand continents : le continent nord (Laurasia) composé de l'Eurasie et l'Amérique du Nord du continent sud (le Gondwana) comprenant l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Antarctique, l'Australie et l'Inde.
- Un autre rift se forme séparant lentement l'Amérique du Sud - l'Afrique d'une part et l'Antarctique- Australie d'autre part et donne naissance à l'océan indien ; tandis que l'Inde commence sa longue migration vers le Nord.
- Il y a 120 MA, un autre rift apparaît entre l'Amérique du Sud et l'Afrique créant l'Atlantique Sud.

* Commentaire de la carte B :

- 60 MA plus tard jusqu'à l'état actuel, l'océan Atlantique Sud a fait sa jonction avec l'Atlantique central.
- Il y a 45 MA l'Inde est attaché à la plaque eurasienne, et l'Himalaya se dresse entre ces deux continents.

EXERCICE 13

1) La superposition de 2 cartes montre que les séismes et des volcans ne sont pas répartis au hasard, mais, ils présentent une parfaite superposition et tracent des alignements précis appelés zones actives.

2) En partant de cette constatation, les géologues ont aboutit à la théorie des plaques. En effet, selon cette théorie, la lithosphère (constituée par la croûte terrestre à laquelle s'ajoute la partie supérieure du manteau) est découpée en une douzaine de plaques rigides qui se déplacent les unes par rapport aux autres. La limite ou frontière entre deux plaques ne correspond pas aux limites océans continents, mais leurs limites correspondent à des zones actives du globe : des dorsales ou zone de subduction. Parmi les douze plaques, il y a 3 qui sont entièrement océaniques alors que les neuf autres comportent à la fois la lithosphère continentale et la lithosphère océanique.

EXERCICE 14

1) D'après le document, l'âge du basalte augmente en allant du rift vers les marges continentales c'est-à-dire il existe une symétrie de part et d'autres de l'axe rift de point de vue âge des sédiments qui recouvrent directement les basaltes.

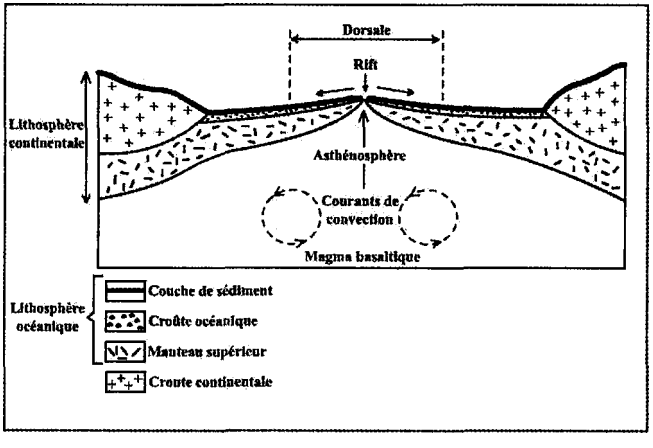
2) Au niveau du rift, il y a production de magma basaltique qui se solidifie en surface formant une croûte océanique nouvelle : ce phénomène de création de croûte océanique est appelée accrétion océanique. La croûte océanique la plus récente pousse et écarte la plus

ancienne de part et d'autre de l'axe de la dorsale à la manière d'une double tapis roulant, ce qui explique la symétrie de part et d'autre ainsi le plancher océanique s'élargit en permanence d'où on parle d'expansion océanique.

3) L'âge maximum des basaltes dans l'océan Atlantique est de 190 MA qui est proche des marges continentales (Amérique ou l'Afrique).

4) L'âge de l'océan Atlantique est environ 200 MA, il est récent par rapport aux continents qui le bordent puisqu'il existe des roches d'âge 3,5 milliard d'années.

5)



Exercice 15

1) a- L'océan exploré est l'océan Atlantique.

b- La dorsale océanique se trouve au milieu de l'océan Atlantique dans la zone A où le basalte est à nu.

2) L'analyse du document 1 montre :

- qu'au milieu de l'océan Atlantique il existe un rift où le basalte est nu : c'est le basalte le plus récent qui constitue une preuve de l'accrétion océanique.

- de part et d'autre du rift, il existe une symétrie de la couverture sédimentaire qui recouvre le basalte.

- L'épaisseur des sédiments augmente de manière symétrique en allant du rift vers les marges continentales. Sachant que les sédiments informent sur les temps géologiques, on en déduit que plus l'épaisseur des sédiments augmente, plus le basalte se retrouvant près des continents (Afrique ou Amérique) est ancien.

3) Le phénomène tectonique qui se manifeste dans la zone A : c'est l'accrétion océanique dont le moteur sont les courants de convections de l'asthénosphère ; ces courants entraînent la matière chaude vers la surface au niveau des rifts. En effet, il se produit une montée du magma basaltique à partir du rift qui se solidifie en surface entraînant la formation d'une croûte océanique nouvelle. Cette dernière pousse et écarte la plus ancienne de part et d'autre de l'axe de la dorsale à la manière d'un double tapis roulant. Ainsi il y a expansion océanique qui a pour conséquence l'écartement des continents.

4) Ce phénomène d'accrétion océanique ne modifie pas la surface du globe terrestre parce qu'il est compensé par une disparition de la croûte océanique dans des régions de subduction.

EXERCICE 16

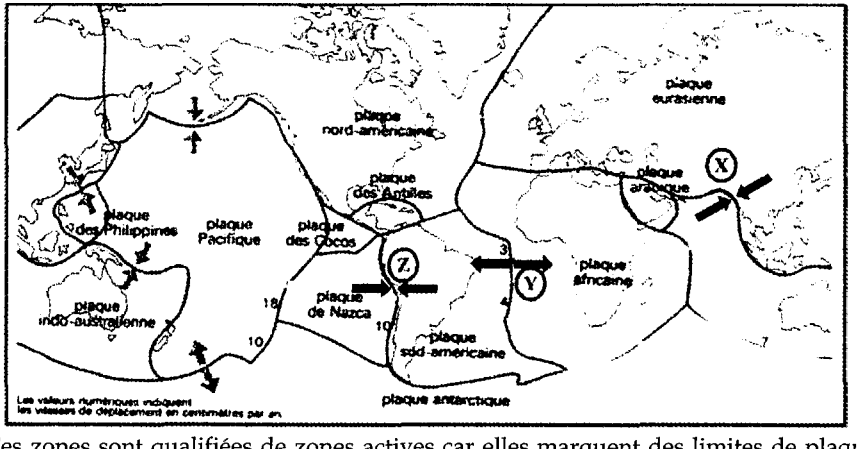
1) Le plancher océanique est basaltique.
2) En F1, la couche de sédiment est moins épaisse qu'en F3, vue que le plancher en F3 est plus récent. Donc le plancher le plus récent lui correspond une couche de sédiment moins épaisse.
3) F4 est identique à F2 puisqu'il y existe une symétrie de part et d'autre du rift
4) Calcul de la vitesse de l'expansion océanique :

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{1100-500}{50-25} = 24 Km / milliond'année$$

V= 24 x 10^{-3} /10^{6} = 24 X 10^{-3} mètre/année=0,024 mètre/année

EXERCICE 17

1)



2) Ces zones sont qualifiées de zones actives car elles marquent des limites de plaques qui sont le siège d'une activité sismique et volcanique discrète ou intense

3) - La zone Z correspond à une zone de subduction (disparition de plaque océanique). En effet, la plaque océanique de Nazca plus dense, s'affronte avec la plaque continentale sud américaine, moins dense.

- La zone Y correspond à l'axe de la dorsale médio atlantique au niveau duquel se forme une nouvelle croûte océanique par refroidissement du magma qui monte de l'asthénosphère. Il s'agit d'une zone d'accrétion responsable de l'expansion océanique

- La zone X correspond à une zone de collision entre 2 plaques continentales : la plaque eurasiatique et la plaque indo australienne. Cette zone est marquée par des reliefs importants résultant de la forte compression horizontale.

EXERCICE 18

Expansion océanique	subduction
- magma basaltique - éloignement des continents - séismes peu profonds - rift - élargissement du fond océanique	-Plaque plongeante - séismes profonds - fusion des matériaux de la lithosphère - rapprochements des plaques - plan de Bénioff - mort de l'océan - volcan explosif

EXERCICE 19

1) a- Le profil topographique de part et d'autre de la ligne du rivage pacifique montre :
- à 300 Km du rivage pacifique, il y a un relief montagneux appelé Andes qui borde la côte ouest de l'Amérique du sud.
- à 50 Km environ du rivage c'est-à-dire dans l'océan pacifique, le profil topographique montre la présence d'une fosse sous marine profonde.
b- la profondeur de la fosse est évaluée à 10 000 m de profondeur comme l'indique le document 2.
2) Le document 3 montre la répartition des séismes par rapport à l'axe de la fosse.
- A partir de l'axe de la fosse et jusqu'à 600 Km de large, il y a une activité sismique intense dont les foyers sismiques sont distribués selon une surface oblique de profondeur croissante allant jusqu'à environ 400 Km de profondeur. Puisque les séismes ne peuvent se produire que dans la lithosphère, ce plan oblique indique la présence d'un panneau de lithosphère plongeant dans l'asthénosphère à partir de la fosse. Ceci constitue une preuve en faveur de la subduction c'est-à-dire destruction d'une plaque qui plonge sous une autre moins dense.
3) a- 1 : magma - 2 : réservoir magmatique - 3 : volcan explosif -
4 : pluton granitique - 5 : lithosphère océanique en fusion - 6 : croûte continentale -
7 : croûte océanique - 8 : manteau supérieur - 9 : asthénosphère.
b- les zones de subduction sont caractérisées par des volcans explosifs (andésitiques) et par la présence de fosses océanique profondes qui sont le siège de séismes profonds de 3000 à 7000 Km.

Conséquences de la subduction : A la suite de la subduction, les terrains situés en bordure du continent se déforment et se plissent formant des chaînes de montagne côtières appelées chaînes de subduction tel que la cordillère des Andes. Lorsque la lithosphère océanique a totalement disparu, on passe de la subduction à la collision.

L'évolution biologique

EXERCICE 1

D'après le document :

* il y a une succession dans l'apparition des vertébrés : les formes aquatiques sont apparues les premières puis les formes terrestres.

L'ordre d'apparition des vertébrés est :

Poissons → Amphibiens → Reptiles → Mammifères → Oiseaux.

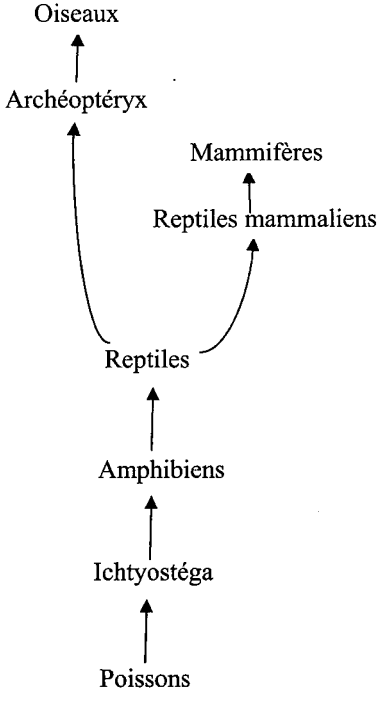
La succession des vertébrés a été accompagnée d'une diversification des formes et d'une complexification des structures.

* Il existe des formes intermédiaires entre les classes successives de vertébrés :

- Ichtyostéga : entre poissons et amphibiens
- Archéoptéryx : entre reptiles et oiseaux.
- Dimetrodon (reptile mammalien) : forme intermédiaire entre reptiles et mammifères

Les formes intermédiaires témoignent d'une filiation (lien de parenté) entre les classes successives des vertébrés (poissons et amphibiens, reptiles et oiseaux, reptiles et mammifères) et permettent de conclure que les différentes formes des vertébrés dérivent les unes les autres par transformation graduelle de leur organisation.

Les mammifères ainsi que les oiseaux ont divergé à partir des reptiles. D'où on peut retracer l'origine des différentes formes des vertébrés ou phylogénie des vertébrés.



Exercice 2

1) Document 1 : Archéoptéryx
1 : dents coniques - 2 : griffes - 3 : aile / plumes - 4 : queue soutenue par des vertèbres
Document 2 : Ichtyostéga
1 : nageoire caudale - 2 : ligne latérale - 3 : narines - 4 : pattes à 5 doigts
2) * Archéoptéryx a des caractères anatomiques qui le font apparenter aux reptiles : dents, griffes au membre antérieur et queue soutenue des vertèbres et des caractères qui le font apparenter aux oiseaux : bec, ailes et plumes : c'est une forme intermédiaire entre les reptiles et les oiseaux.
* Ichtyostéga a des caractères qui le font apparenter aux poissons : forme effilée, nageoire caudale, ligne latérale et d'autres qui le font apparenter aux amphibiens : pattes et narines : Ichtyostéga est une forme de passage des poissons aux amphibiens.
Ainsi, les formes intermédiaires témoignent d'un lien de parenté entre les formes successives de vertébrés et de transformations graduelles dans l'organisation de ces formes vivantes.
Ceci est en faveur de l'idée de l'évolution : toutes les espèces actuelles sont apparues par transformations graduelles au cours du temps géologiques à partir d'un ancêtre commun.

SOMMAIRE

Chapitre	Résumés de cours	Exercices	Corrigés
L'information génétique	**5**	**7**	**101**
Expression de l'information génétique	**8**		**102**
Le génie génétique	**12**	**16**	**111**
Origines de la diversité génétique	**25**	**32**	**118**
Transmission d'un couple d'allèles chez les diploïdes : le monohybridisme	**54**	**59**	**128**
Dynamique du globe terrestre	**64**	**73**	**147**
L'évolution biologique	**91**	**97**	**157**

كل نسخ لهذا الكتاب أو لجزء منه إعتداء صارخ على الملكية الأدبية. وهو خرق لحقوق المؤلف. يعاقب عليه القانون التونسي عدد 36 لسنة 1994 والقوانين الدولية.

اتحاد الكتاب التونسيين اتحاد الناشرين التونسيين

9 789973 332004

3ème Année secondaire

COCCINELLE

www.edition-medali.com

PRIX : 6.000